

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Техпроцесс изготовления шкива привода ленточного конвейера

Студент(ка)

Курасов Р.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Логинов Н.Ю

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Горина Л.Н

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Зубкова Н.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Виткалов А.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

К.Т.Н, ДОЦЕНТ

А.В. Бобровский

(личная подпись)

«_____» _____ 2016 г.

Тольятти 2016

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 _____ Курасов Руслан Анатольевич _____ гр. ТМбз-1132

1. Тема _____ Технологический процесс изготовления шкива привода ленточного конвейера

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____ материалы преддипломной практики, чертеж детали программа выпуска $N_z=5000$ дет./год

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

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на проектирование технологического процесса изготовления шкива привода ленточного конвейера. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. На токарную операцию разработан автоматизированный плунжерный патрон. Для протяжной операции разработана конструкция круглой протяжки. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Выпускная работа состоит из страниц расчетно-пояснительной записки. Графическая часть составляет 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Назначение и условия работы детали	7
1.2 Классификация поверхностей детали	7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали	8
1.4 Формулировка задач работы	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
2.1 Определение типа производства	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	11
2.3 Выбор метода получения заготовки	12
2.4 Выбор методов обработки поверхностей	14
2.5 Определение припусков	19
2.6 Проектирование заготовки	20
2.7 Разработка технологического маршрута	21
2.8 Выбор средств технологического оснащения	22
2.9 Расчет режимов резания	25
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	43
3.1 Сбор исходных данных	43
3.2 Расчёт усилий резания	43
3.3 Расчёт усилия зажима	44
3.4 Расчёт зажимного механизма клиноплунжерного патрона	46
3.5 Расчёт пружинного кольца	47
3.6 Расчёт силового привода	48
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	50
4.1 Расчёт режущей части протяжки	50
4.2 Конструктивные элементы протяжки	53

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБЪЕКТА

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Машиностроение поставляет продукцию всем отраслям промышленности России и является одним из основных её звеньев. Экономическое благосостояние страны в значительной степени зависят от развития машиностроения.

Массовый выпуск машин стал возможен в связи с развитием высокопроизводительных методов производства, а дальнейшее повышение быстроходности машин было достигнуто в результате разработки новых технологических методов, обеспечивающих высокое качество поверхностей трения.

Важным блоком при подготовке современных инженеров является наука, называемая «Технологией машиностроения». Её изучение помогает критически оценивать конструкции с технологической точки зрения и создавать изделия, не вызывающие затруднений в процессе их производства.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления шкива привода ленточного конвейера, заданного качества с минимальной себестоимостью, используя современные достижения науки и техники.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и условия работы детали.

В конструкции ленточного конвейера шкив находится на валу, который через муфту получает вращение от электродвигателя. Ведущий шкив предназначен для восприятия крутящего момента от двигателя боковыми поверхностями шпоночного пазы и передачи его за счет ремней на ведомый шкив.

1.2 Классификация поверхностей детали.

Проведем классификацию поверхностей детали, для этого пронумеруем их. Эскиз классификации поверхностей представлен на рис. 1.1.

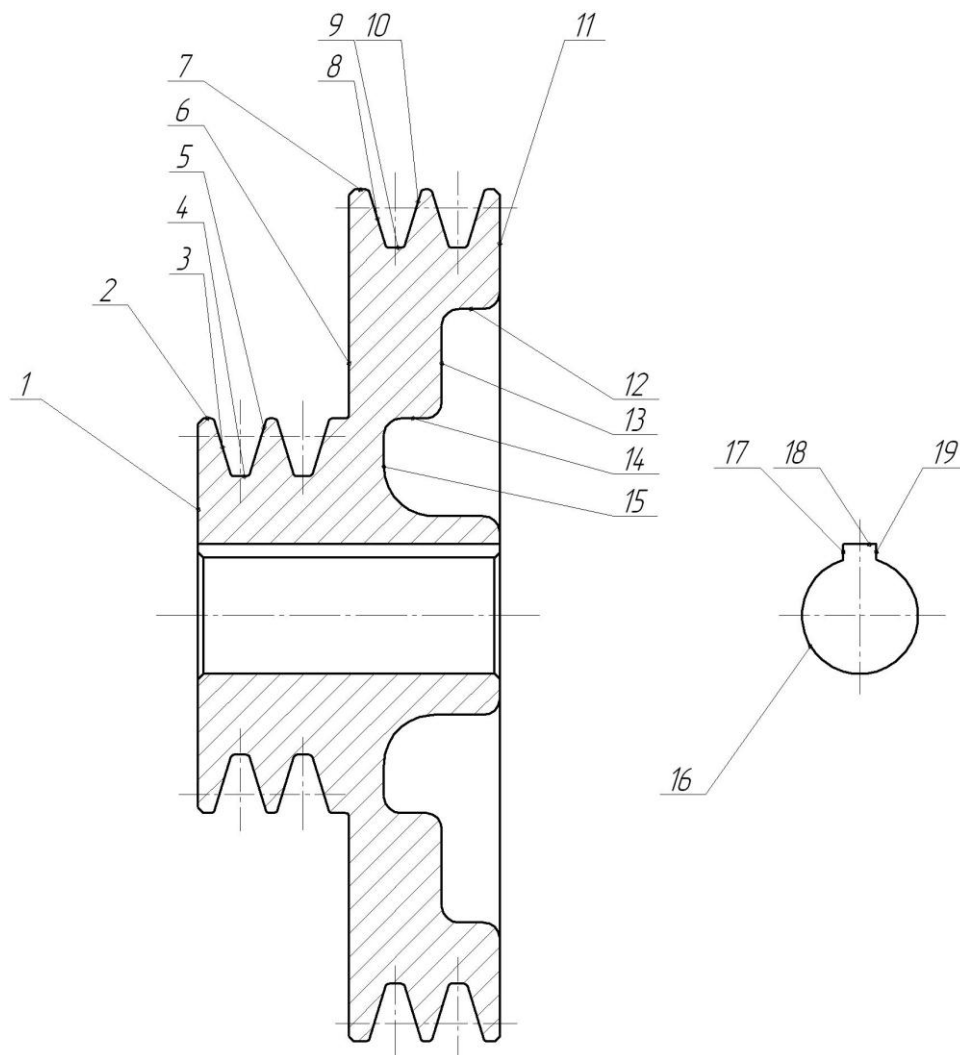


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

Целью систематизации является выявление служебного назначения поверхностей детали для качественного составления технологического процесса.

Результаты систематизации занесем в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Исполнительные поверхности	3, 5, 8, 10, 17, 19
Основные конструкторские базы	20, 16
Вспомогательные конструкторские базы	1, 18
Свободные поверхности	остальные

Исполнительными называются те поверхности, которые выполняют служебное назначение детали. [1] В нашем случае, это боковые поверхности шпоночного паза (17, 19) и боковые поверхности ручьёв для ремней (3, 5, 8, 10).

Основными конструкторскими базами называются поверхности, при помощи которых осуществляется ориентирование детали в узле. Таковыми являются центральное отверстие 16 и торец 20.

Вспомогательными конструкторскими базами называются поверхности, которые осуществляют ориентирование остальных деталей относительно рассматриваемой. У нашей детали этой поверхностью является «дно» шпоночного паза 18 и торец 1.

Остальные поверхности будут свободными.

1.3. Анализ требований к поверхностям детали.

Пользуясь источником литературы [2] проанализируем химический состав и физико-механические свойства материала детали. Данные занесём в табл. 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 - Химический состав серого чугуна СЧ 18

Хим. Элемент	Содержание, %
C (углерод)	3,4...3,6
Si (кремний)	1,9...2,3
Mn (марганец)	0,5...0,7
S (сера)	до 0,15
P (фосфор)	до 0,2
Fe (железо)	остальное

Таблица 1.3 - Физико-механические серого чугуна СЧ 18

σ_T	σ_B	δ_5	ψ	НВ
МПа	МПа	%	%	не более
80	98	1	1	165

Согласно данным таблиц 1.2 и 1.3 свойства чугуна СЧ 18 ГОСТ 1412-85 по характеристикам соответствуют необходимым требованиям нашей детали.

Заготовку для детали можно получить литьем в металлические формы и ковкой. И в том, и в другом случае форма заготовки получится достаточно простая.

Условиями работы детали продиктованы требования по шероховатости и точности поверхностей. Снижение точности поверхностей приведет к снижению позиционирования детали в узле и снижению надежности узла в целом.

Конструкция детали позволяет свободно обрабатывать механическим способом и измерять любую поверхность. Это позволяет применять как универсальный, так и специализированный инструмент.

Таким образом, проанализировав требования, предъявляемые к поверхностям детали, делаем вывод о достаточной её технологичности.

1.4 Формулировка задач работы.

Выполнив анализ технических требований, сформулируем задачи, которые будут решаться для достижения цели, по разработке технологического процесса изготовления шкива заданного качества, при минимальной себестоимости изготовления, с учётом современных достижений науки и техники.

Задачи следующие:

- 1) определить тип производства и разработать стратегию выполнения технологического процесса;
- 2) выполнить технико-экономический расчёт, выбрать метод получения и спроектировать заготовку;
- 3) разработать технологический маршрут обработки детали, определить схемы базирования, выполнить план изготовления детали;
- 4) выбрать средства технологического оснащения на каждую операцию ТП (оборудование, приспособления, режущий и мерительный инструмент);
- 5) рассчитать или выбрать припуски по операциям ТП;
- 6) разработать операции ТП, а именно выполнить расчёт режимов резания, времени обработки, определить содержание операций, спроектировать наладки;
- 7) на одну из операций техпроцесса спроектировать режущий инструмент;
- 8) для одной из операций спроектировать станочное приспособление.

Решению поставленных задач посвящены последующие разделы работы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Определение типа производства.

Для формирования стратегии разработки техпроцесса выберем тип производства, который зависит на первом этапе от массы детали и годовой программы выпуска. Для нашего случая ($m = 13$ кг, $N_r = 5000$ шт/год) выберем тип производства из табл. 2.1. [3]

Таблица 2.1 - Определение типа производства

Масса детали, кг	Количество изготавливаемых одинаковых деталей в год, шт				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1	< 100	100-2000	1500-100000	75000-200000	>200000
1,0 - 2,5	< 100	100-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2,5 – 5,0	< 100	100-500	500-35000	35000-75000	>75000
5,0 - 10	< 10	10 – 300	300-25000	25000-50000	>50000
10 - 30	< 10	10 – 200	200-10000	10000-25000	>25000
> 30	< 5	5 - 100	100-300	300-1000	>1000

Масса детали 13 кг и годовая программа выпуска в 5000 деталей в год соответствует среднесерийному типу производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

В зависимости от вышеопределенного типа производства выберем стратегию разработки техпроцесса, способствующую обеспечению заданного выпуска деталей, заданного качества с наименьшими затратами.

Руководствуясь [4], принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса:

- 1) форма организации техпроцесса – переменнo-поточная.
- 2) повторяемость изделий – периодическое повторение партий.

- 3) заготовка – литье в кокиль иликовка.
- 4) припуск на обработку – незначительный.
- 5) расчёт припусков – подробный по переходам.
- 6) оборудование – универсальное, специализированное с ЧПУ.
- 7) загрузка оборудования – периодическая смена деталей на станках.
- 8) коэффициент закрепления операций – $K_{30}=1 \dots 40$.
- 9) настройка станков – по измерительным инструментам и приборам.
- 10) оснастка – универсальная и специальная.
- 11) подробность разработки – операционные и маршрутные карты.
- 12) расчёт режимов резания – по отраслевым нормативам и эмпирическим формулам.
- 13) нормирование – детальное пооперационное.
- 14) квалификация рабочих – различная.
- 15) использование достижений науки – значительное.

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Так как деталь выполнена из серого чугуна и часть поверхностей не требует механической обработки, то наиболее оптимальным способом получения заготовки является отливка в кокиль иликовка.

Стоимость заготовок, полученных такими методами, как литьём в кокиль и ковкой, с точностью, достаточной для стадии проектирования, можно определить по формуле

$$C_{3AG} = C_{OT} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (2.1)$$

где C_{OT} – базовая стоимость одного кг литых заготовок, руб;

$h_T, h_C, h_B, h_M, h_{II}$ – коэффициенты, зависящие от класса точности, массы, группы сложности, марки материала и объема производства заготовок.

Для третьего класса точности отливок принимаем $h_T = 1,0$ [5].

Для чугунов всех марок $h_M = 1 \dots 1,24$.

Принимаем $h_M = 1,1$.

$h_B = 0,91$.

Шкив относится ко второй группе сложности отливок. К ней также относятся детали типа дисков, маховиков, диски, корпуса подшипников, основные диски и муфты сцепления.

Для второй группы сложности отливок $h_C = 0,83$ [5].

Отливка с $m = 19,5$ кг и $N_T = 5000$ шт/год относится к третьей группе серийности.

Для чугунной отливки третьей группе серийности $h_{II} = 1$.

Для серого чугуна СЧ-18 ГОСТ 1412-85 $C_{OT} = 44,00$ руб/кг.

$$C_{заг} = 44,00 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,91 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 36,56, \text{ руб/кг.}$$

С учётом массы заготовки $m = 19,5$ кг рассчитаем стоимость нашей заготовки.

$$C_{заг} = 36,56 \cdot 19,5 = 712,92 \text{ руб.}$$

Рассчитаем стоимость заготовки, полученной методомковки.

$$C_{заг} = C_K \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}. \quad (2.1)$$

$$C_K = 44,02 \text{ руб/кг.}$$

Для третьего класса точности поковок принимаем $h_T = 1,0$.

Для материала СЧ-18 и четвертой группы сложности $h_C = 1,15$.

$$h_{II} = 1,0.$$

Для массы детали $m = 13,0$ кг и марки материала СЧ-18 $h_B = 0,89$.

Для марки материала СЧ-18 $h_M = 1,0$.

Подставляя значения в формулу (2.1) получим

$$C_{заг} = 44,02 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 45,05, \text{ руб/кг.}$$

С учётом массы заготовки $m = 19,1$ кг рассчитаем стоимость нашей заготовки.

$$C_{заг} = 45,05 \cdot 19,1 = 860,46 \text{ руб.}$$

Масса заготовки, выполненной методом литья в кокиль меньше массы ковальной заготовки, поэтому в качестве заготовительной операции выбираем этот метод.

Коэффициент использования материала на отливку

$$K_{\text{им}} = \frac{m_D}{m_3},$$

где $m_D = 13,0$ – масса детали.

$$K_{\text{им}} = \frac{m_D}{m_3} = \frac{13,0}{19,5} = 0,67.$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от точности и шероховатости поверхности, а также от служебного назначения поверхности определяют последовательность обработки.

Последовательность обработки каждой поверхности детали представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

№ пов-ти	Ra, мкм	IT	Маршрут обработки поверхности
1	5	14	Точение черновое, Точение чистовое
2	5	11	Точение черновое, Точение чистовое
3	1,25	9	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование
4	5	14	Точение черновое, Точение чистовое
5	1,25	9	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование
6	5	14	Точение черновое, Точение чистовое
7	5	11	Точение черновое, Точение чистовое
8	1,25	9	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование
9	5	14	Точение черновое, Точение чистовое

Продолжение табл. 2.2

10	1,25	9	Точение черновое, Точение чистовое, Шлифование
11	5	14	Точение черновое, Точение чистовое
12	40	16	Без механической обработки
13	40	16	Без механической обработки
14	40	16	Без механической обработки
15	40	16	Без механической обработки
16	1,25	7	Сверление, Протягивание, Шлифование
17	2,5	9	Протягивание
18	5	13	Протягивание
19	2,5	9	Протягивание

На основании последовательности обработки поверхностей нашей детали составим технологический маршрут обработки шкива привода ленточного конвейера.

2.5 Определение припусков.

Определяем припуски на обработку самой точной поверхности расчетно-аналитическим методом. Расчёт припусков будем вести по размеру посадочной поверхности $\varnothing 35H7(^{+0,025})$. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из: точения черного, точения чистового, протягивания и шлифования.

Исходные данные:

1. $D = 25H7(^{+0,021})$ мм; $L = 87,8$ мм; $Ra = 1,25$ мкм.

На данную поверхность назначаем переходы:

- 1) токарная черновая обработка;
- 2) протягивание;
- 4) термообработка;
- 5) шлифование.

Результаты расчетов занесём в таблицу 2.3, начиная с заготовительной операции.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o,$$

где R_z – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

h_o – глубина дефектного слоя, мм.

Значения заносим в графу 5 таблицы 2.3.

По формуле

$\Delta = 0,25 \cdot TD$ определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе:

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,8 = 0,450, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006, \text{ мм.}$$

Определяем погрешность установки ε заготовки в приспособлении на каждом переходе. В нашем случае заготовка устанавливается в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне.

Определяем предельные значения припусков на обработку для каждого перехода, кроме 0 и ТО.

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

Здесь i – параметр, который указывает на выполняющийся в настоящее время переход;

$(i-1)$ – относится к предыдущему переходу.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,450^2 + 0,025^2} = 0,851, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,025^2 + 0} = 0,225, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,016^2 + 0^2} = 0,116, \text{ мм.}$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(D_{i-1} + TD_i)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(D_0 + TD_1) = 0,851 + 0,5(1,8 + 0,100) = 2,751, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(D_1 + TD_2) = 0,225 + 0,5(0,100 + 0,039) = 0,295, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(D_{TO} + TD_3) = 0,116 + 0,5(0,062 + 0,025) = 0,160, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графы 8 и 9 таблицы, округляя их в сторону увеличения до того знака после запятой, с каким задан допуск на размер для данного качества точности.

$$D_{3\min} = 35,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3\max} = 35,025 \text{ мм.}$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2Z_{3\min} = 35,000 - 2 \cdot 0,116 = 34,768, \text{ мм.}$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 34,768 - 0,062 = 34,706, \text{ мм.}$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} + 0,999 = 34,706 + 0,999 = 34,671, \text{ мм.}$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 34,671 - 0,039 = 34,632, \text{ мм.}$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2Z_{2\min} = 34,632 - 2 \cdot 0,225 = 34,182, \text{ мм.}$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 34,182 - 0,100 = 34,082, \text{ мм.}$$

$$D_{0\max} = D_{1\min} - 2Z_{1\min} = 34,082 - 2 \cdot 0,851 = 32,380, \text{ мм.}$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 32,380 - 1,8 = 30,580, \text{ мм.}$$

Округляем значения $D_{\min}$ и $D_{\max}$ в сторону увеличения и заносим в графы 11 и 12 таблицы.

Определяем средние значения размера для каждого перехода по формуле

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

$$D_{cp0} = 0,5(D_{0\max} + D_{0\min}) = 0,5(30,580 + 32,380) = 31,480, \text{ мм.}$$

$$D_{cp1} = 0,5(D_{1\max} + D_{1\min}) = 0,5(34,082 + 34,182) = 34,132, \text{ мм.}$$

$$D_{cp2} = 0,5(D_{2\max} + D_{2\min}) = 0,5(34,632 + 34,671) = 34,652, \text{ мм.}$$

$$D_{cpTO} = 0,5(D_{TO\max} + D_{TO\min}) = 0,5(34,706 + 34,768) = 34,737, \text{ мм.}$$

$$D_{cp3} = 0,5(D_{3\max} + D_{3\min}) = 0,5(35,025 + 35,000) = 35,013, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графу 13 таблицы.

Определяем общий припуск на обработку по формулам

$$2Z_{\min} = D_{3\min} - D_{0\max}.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_3.$$

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

$$2Z_{\min} = 35,000 - 32,380 = 2,620, \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 2,620 + 1,8 + 0,025 = 4,445, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,620 + 4,445) = 3,533, \text{ мм.}$$

Значения $2Z_{\min}$, $2Z_{\max}$ и $2Z_{cp}$ заносим в нижнюю строку в графы 8, 9 и 10 таблицы.

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

Таблица 2.3 - Припуски и операционные размеры на пов. $\varnothing 35H7(^{+0,025})$ мм.

№ пов.	Наименов. перехода	Точность		Составляющие припуска			Припуск, мм			Предельные размеры, мм		
		IT	TD, мм	a	Δ	ε	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$	Z_{cp}	$D_{\min}$	$D_{\max}$	D_{cp}
0	Отливка	16	1,800	0,4	0,450	-	-	-	-	30,580	32,380	31,480
1	Точение черновое	10	0,100	0,2	0,025	0,025	0,851	2,751	1,801	34,082	34,182	34,132
2	Протягивание	8	0,039	0,25	0,010	0	0,225	0,295	0,260	34,632	34,671	34,652
3	ТО	9	0,062	0,03	0,016	0	-	-	-	34,706	34,768	34,737
4	Шлифование	7	0,025	0,01	0,006		0,116	0,160	0,138	35,000	35,025	35,013
Суммарный припуск 2Z							$2Z_{\min}=2,620$	$2Z_{\max}=4,445$	$2Z_{\text{cp}}=3,533$			

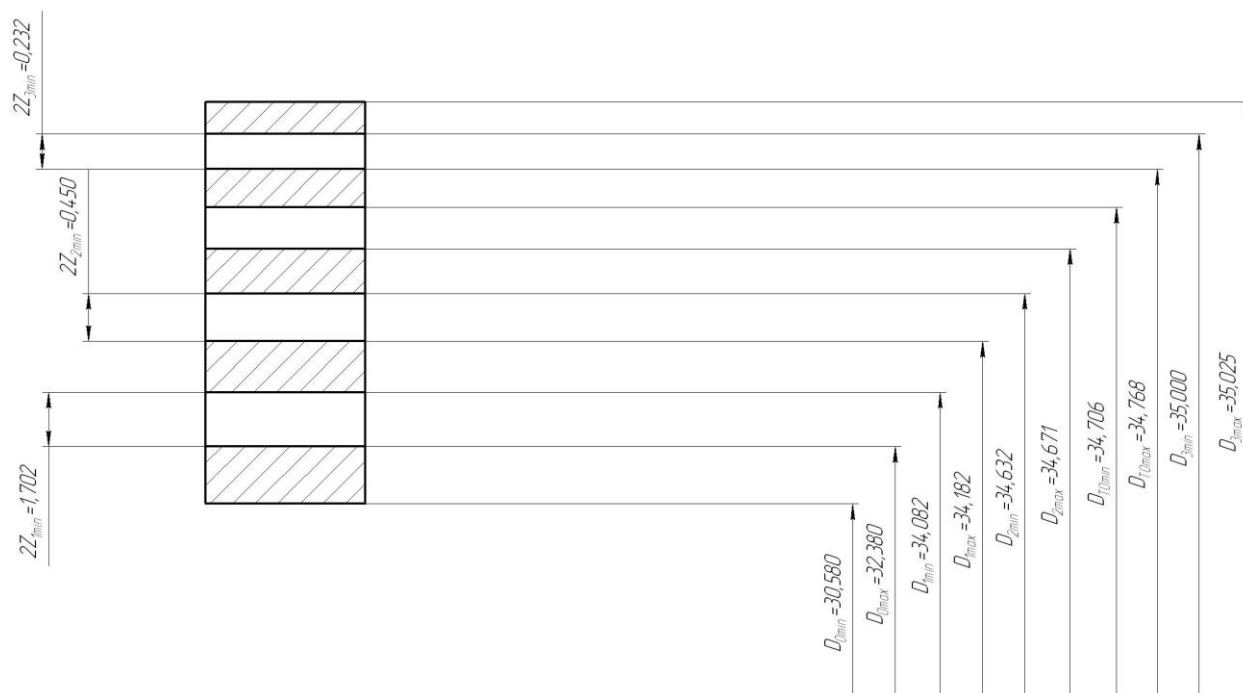


Рис. 2.1. Схема расположения припусков и полей допусков на пов. $\varnothing 35H7(^{+0,025})$.

2.6 Проектирование заготовки.

По [3] выбираем метод получения заготовки – литьё в металлические формы или литьё под давлением. Так как стоимость литья под давлением выше, а точность заготовки, согласно требованиям чертежа, обеспечивается первым методом, то останавливаемся на нём.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и её материала, выбираем размерную точность отливки [6].

Принимаем класс размерной точности – 9.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему, выбираем степень коробления отливки [6].

Принимаем степень коробления – 8.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и её материала, выбираем степень точности поверхности отливки [6].

Принимаем степень точности поверхности отливки – 12.

В зависимости от вида литья и массы, выбираем класс точности массы отливки [6].

Принимаем класс точности массы отливки – 8.

Таким образом, точность отливки -9-8-12-8 по ГОСТ Р 53464-2009.

По таблице [6] для 8 класса точности определяем припуски по ряду 3.

Массу отливки определим из графического редактора КОМПАС

$m_3 = 19,5$ кг.

2.7 Разработка технологического маршрута.

Исходя из последовательности обработки поверхностей, составим технологический маршрут обработки шкива и занесём его в таблицу 2.4. Маршрут обработки составляем на основе типового техпроцесса.

Таблица 2.4 - Технологический маршрут обработки детали

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra, мкм
000	Заготовительная		16	40
005	Токарная черновая	11	14	10
		7	12	
		16	10	
010	Токарная черновая	1, 2, 4, 6, 9	14	10
		3, 5, 8, 10	12	
015	Токарная чистовая	7	11	5
		11	14	
020	Токарная чистовая	2	11	5
		1, 4, 6, 9	14	5
		3, 5, 8, 10	9	2,5
025	Протяжная	16	8	2,5

Продолжение табл. 2.4

030	Протяжная	17, 19	9	2,5
		18	13	5
040	Внутришлифовальная	16	7	1,25
		10	14	2,5
045	Круглошлифовальная	3, 5, 8, 10	9	1,25

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

2.8.1 Выбор технологического оборудования.

Данные по выбору оборудования заносим в табл. 2.5.

Таблица 2.5 - Технологическое оборудование

№ № опер	Наименование операции	Наименование и модель станка
005	Токарная черновая	Токарно-револьверный станок с ЧПУ SAMAT-400XC
010	Токарная черновая	Токарно-револьверный станок с ЧПУ SAMAT-400XC
015	Токарная чистовая	Токарно-револьверный станок с ЧПУ SAMAT-400XC
020	Токарная чистовая	Токарно-револьверный станок с ЧПУ SAMAT-400XC
025	Протяжная	Горизонтально-протяжной станок 7512
030	Протяжная	Горизонтально-протяжной станок 7512
040	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3М225ВФ2

Продолжение табл. 2.5

045	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2
-----	--------------------	--

2.8.2 Выбор приспособлений.

Данные по выбору приспособлений занесем в табл. 2.6.

Таблица 2.6 - Выбор приспособлений.

№№ опер	Наименование операции	Наименование приспособления
005	Токарная черновая	Токарный трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
010	Токарная черновая	Токарный трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
015	Токарная черновая	Токарный трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
020	Токарная черновая	Токарный трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80
025	Протяжная	Патрон протяжной Опора со сферической поверхностью.
030	Протяжная	Патрон протяжной Опора со сферической поверхностью.
040	Внутришлифовальная	Патрон мембранный ГОСТ 33843-77
045	Круглошлифовальная	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71

2.8.3 Выбор режущего инструмента.

Данные по выбору режущего инструмента сведем в табл. 2.7.

Таблица 2.7 - Оснащение техпроцесса режущим инструментом

№№	Наименование	Наименование
----	--------------	--------------

опер	операции	Режущего инструмента
005	Токарная черновая	1) Резец токарный проходной отогнутый сборный с механическим креплением твёрдосплавных пластин. Пластина четырёхгранная, ВК6, ОСТ 2И.101-83; 2) Сверло спиральное, Р6М5, ГОСТ 10903-77.
010	Токарная черновая	1) Резец токарный проходной отогнутый сборный с механическим креплением твёрдосплавных пластин. Пластина четырёхгранная ВК6 ОСТ 2И.101-83; 2) Резец фасонный, Р6М5, ГОСТ 2789-73.
015	Токарная чистовая	1) Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твёрдосплавных пластин. Пластина трехгранная ВК6, ОСТ 2И.101-83; 2) Резец токарный проходной отогнутый сборный с механическим креплением твёрдосплавных пластин. Пластина четырёхгранная, ВК6, ОСТ 2И.101-83.
020	Токарная чистовая	1) Резец токарный проходной отогнутый сборный с механическим креплением твёрдосплавных пластин. Пластина четырёхгранная ВК6 ОСТ 2И.101-83; 2) Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твёрдосплавных пластин. Пластина трехгранная ВК6 ОСТ 2И.101-83. 3) Резец фасонный, Р6М5, ГОСТ 2789-73.
025	Протяжная	Протяжка для обработки круглого отверстия Р6М5 ГОСТ26479-85
030	Протяжная	Протяжка шпоночная для паза В=10 Р6М5 ГОСТ 18217-90
040	Внутришлифовальная	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007
045	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007

2.8.4 Выбор средств контроля.

Данные по выбору средств контроля сведем в табл. 2.8.

Таблица 2.8 - Оснащение техпроцесса средствами контроля

№№ опер	Наименование операции	Наименование Режущего инструмента
005	Токарная черновая	1) Калибр – пробка ГОСТ 14807-69; 2) Штангенциркуль ГОСТ 166-89.
010	Токарная черновая	1) Штангенциркуль ГОСТ 166-89; 2) Калибр – скоба ГОСТ 18355-73.
015	Токарная чистовая	Штангенциркуль ГОСТ 166-89.
020	Токарная чистовая	1) Штангенциркуль ГОСТ 166-89; 2) Калибр – скоба ГОСТ 18355-73.
025	Протяжная	Калибр – пробка ГОСТ 14807-69.
030	Протяжная	Калибр – пробка ГОСТ 14807-69.
040	Внутришлифовальная	1) Калибр-пробка ГОСТ 14807-69; 2) Шаблон ГОСТ 2534-79; 3) Приспособление мерительное с электронным индикатором.
045	Круглошлифовальная	1) Шаблон ГОСТ 2534-79; 2) Приспособление мерительное с электронным индикатором.

2.9 Расчёт режимов резания.

2.9.1 Расчёт режимов обработки на операцию 005 Токарная черновая.

Точить поверхность 7, выдерживая размер $\varnothing 257,3_{-0,810}$; точить поверхность 11, выдерживая размер $94.5 \pm 0,435$; сверлить поверхность 16, выдерживая размер $\varnothing 34^{+0,25}$.

Переход 1. Точить поверхность 7, выдерживая размер $\varnothing 257,3_{-0,810}$; точить поверхность 11, выдерживая размер $94.5 \pm 0,435$,

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

По [8] определим подачу $S_0=0,3$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0=150$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Примем

$K_1=1,0$ – для стали материала СЧ18 [8];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава [8];

$K_3=1,0$ – при стойкости инструмента $T=60$ мин;

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 257,3} = 185,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 257,3 \cdot 160}{1000} = 129,3 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 160 = 48 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{153}{48} = 3,19 \text{ мин.}$$

Переход 2. Сверлить поверхность 16, выдерживая размер $\phi 34^{+0,25}$.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, \quad [8]$$

где L_p – длина резания;

L_{Π} – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

$L_{Д}$ – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{Д} = 11 \text{ мм.}$$

$$L = 92 + 1 + 11 = 104 \text{ , мм.}$$

Определим стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания, равный отношению длины резания

L_p инструмента к общей длине рабочего хода шпиндельной головки $L_{p.x}$.

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

$$T_M = 60 \text{ мин.}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ , мин.}$$

Подача

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Рассчитаем скорость резания v , частоту вращения инструментальных шпинделей n , а также минутную подачу S_M .

$$v = v_{ТАБ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $v_{ТАБЛ}$ – скорость резания по таблице, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче, указанной в [8];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента.

$$v_{ТАБЛ} = 12 \text{ м/мин.}$$

$$K_1 = 0,75.$$

$$K_2 = 1,0.$$

$$K_3 = 0,95.$$

$$v = 12 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ , м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 34} = 100,2 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка $n = 100 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним значение скорости резания.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 100}{1000} = 10,7 \text{ , м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ , мм/мин.}$$

Рассчитаем основное время на обработку T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{104}{20} = 5,20 \text{ , мин.}$$

Итоговое время операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 3,19 + 5,20 = 8,39 \text{ , мин.}$$

2.9.2 Расчет режимов обработки на операцию 010 Токарная черновая.

Точить поверхность 1, выдерживая размер $91,8 \pm 0,435$; точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 119,3_{-0,4}$; точить поверхность 6, выдерживая размер $45,8 \pm 0,310$; точить поверхности 3, 4 и 5, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,3$, $18,5 \pm 0,1$, $12,3 \pm 0,08$, $34^\circ \pm 2^\circ$, R1; точить поверхности 8, 9 и 10, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,43$, $18,5 \pm 0,05$, $12,3 \pm 0,043$, $34^\circ \pm 1^\circ$, R1.

Переход 1. Точить поверхность 1, выдерживая размер $91,8 \pm 0,435$; точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 119,3_{-0,4}$; точить поверхность 6, выдерживая размер $45,8 \pm 0,310$.

Глубина резания $t = 2,5 \text{ мм.}$

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3 \text{ мм/об.}$

По [8] определим скорость $V_0 = 150 \text{ м/мин.}$

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем

$K_1=1,0$ – для стали материала СЧ18 [8];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава [8];

$K_3=1,0$ – при стойкости инструмента $T=60$ мин;

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 257,3} = 185,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 257,3 \cdot 160}{1000} = 129,3 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 160 = 48 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{95}{48} = 1,98 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхности 3, 4 и 5, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,3$, $18,5 \pm 0,1$, $12,3 \pm 0,08$, $34^\circ \pm 2^\circ$, R1; точить поверхности 8, 9 и 10, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,43$, $18,5 \pm 0,05$, $12,3 \pm 0,043$, $34^\circ \pm 1^\circ$, R1.

Глубина резания $t = 17,5$ мм.

По [8] определим подачу $S_0=0,2$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0=150$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем

$K_1=1,0$ – для стали материала СЧ18 [8];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава [8];

$K_3=1,0$ – при стойкости инструмента $T=60$ мин;

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 257,3} = 185,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi}=160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 257,3 \cdot 160}{1000} = 129,3 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 160 = 48 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18 \cdot 4}{48} = 1,50 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,98 + 1,50 = 3,48, \text{ мин.}$$

2.9.3 Расчет режимов обработки на операцию 015 Токарная чистовая.

Точить поверхность 7, выдерживая размер $\varnothing 257_{-0,32}$; точить поверхность 11, выдерживая размер $91,5 \pm 0,435$; выполнить фаску $1,6 \times 45^\circ$.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [8] определим подачу $S_0=0,3$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0=150$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем

$K_1=1,0$ – для стали материала СЧ18 [8];

$K_2=1,0$ – для твердого сплава [8];

$K_3=1,0$ – при стойкости инструмента $T=60$ мин;

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 257} = 185,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 257 \cdot 160}{1000} = 129,1 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 160 = 48 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{155}{48} = 3,23 \text{ мин.}$$

2.9.4 Расчет режимов обработки на операцию 020 Токарная чистовая.

Точить поверхность 1, выдерживая размер $91,2 \pm 0,435$; выполнить фаску $1,6 \times 45^\circ$; точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 119_{-0,22}$; точить поверхность 6, выдерживая размер $45,5 \pm 0,310$; выполнить фаску $1,6 \times 45^\circ$; точить поверхности 3, 4 и 5, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,215$,

18,5±0,05, 12,3±0,042, 34°±1°, R1; точить поверхности 8, 9 и 10, выдерживая размеры 7,5±0,5, 12±0,43, 18,5±0,05, 12,3±0,043, 34°±1°, R1.

Переход 1. Точить поверхность 1, выдерживая размер 91,2±0,435; выполнить фаску 1,6x45°; точить поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 119_{-0,22}$; точить поверхность 6, выдерживая размер 45,5±0,310; выполнить фаску 1,6x45°.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0 = 150$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали материала СЧ18 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60$ мин;

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 257} = 185,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 257 \cdot 160}{1000} = 129,1 \text{ м/мин}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 160 = 48 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{98}{48} = 2,04 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхности 3, 4 и 5, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,215$, $18,5 \pm 0,05$, $12,3 \pm 0,042$, $34^\circ \pm 1^\circ$, R1; точить поверхности 8, 9 и 10, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,43$, $18,5 \pm 0,05$, $12,3 \pm 0,043$, $34^\circ \pm 1^\circ$, R1.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

По [8] определим подачу $S_0 = 0,3$ мм/об.

По [8] определим скорость $V_0 = 150$ м/мин.

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

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца;

K_4 – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане.

Принимаем

$K_1 = 1,0$ – для стали материала СЧ18 [8];

$K_2 = 1,0$ – для твердого сплава [8];

$K_3 = 1,0$ – при стойкости инструмента $T = 60$ мин;

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 257} = 185,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 257 \cdot 160}{1000} = 129,1 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 160 = 48 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{4}{48} = 0,08 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 2,04 + 0,08 = 2,12 \text{ , мин.}$$

2.9.5 Расчет режимов обработки на операцию 025 Протяжная.

Протянуть поверхность 16, выдерживая размер $\varnothing 34,8\text{H}8(^{+0,039})$.

Протянем внутреннее отверстие в размер $\varnothing 34\text{H}8(^{+0,036})$ насквозь на длину $L = 91$ мм. Назначаем режимы резания при заданной геометрии протяжки. Подача обеспечивается самой протяжкой (подъёмом на зуб).

Устанавливаем группу обрабатываемости протягиваемого материала. По карте 1 [8] чугун СЧ 18 относится ко 2-й группе обрабатываемости.

Устанавливаем группу качества протягиваемой поверхности. По карте 2.

Цилиндрическое отверстие с точностью Н8 с параметром шероховатости поверхности $R_a 2,5$ мкм относится ко 2-й группе качества поверхности. [8]

Выбираем вид смазочно–охлаждающей жидкости, по карте 23 [8] для протягивания стали 2-й группы обрабатываемости и 2-й группы качества поверхности принимаем сульфифрезол (условное обозначение в карте «В»).

Осевая сила резания

$$P = q_0 \cdot \sum l_p \cdot k_p ,$$

где q_0 - осевая сила резания (кгс), приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки;

$\sum l_p$ – суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе, мм;

k_p – общий поправочный коэффициент на осевую силу резания, учитывающий изменённые условия работы.

Определяем q_0 [8] для $S = 0,04$ мм на зуб и переднего угла $\gamma = 20^\circ$, $q_0 = 7.2$ кгс/мм = 72 Н/мм.

Учитываем поправочные коэффициенты на осевую силу резания [8]:

$k_{pm} = 1$, так как чугун 2-й группы обрабатываемости и твёрдостью HB 180;

$k_{po} = 1$, так как смазочно-охлаждающая жидкость – сульфозол;

$k_{pp} = 1$, так как стружка разделяется на зубьях выкружками;

$k_{pk} = 1$, так как поверхность имеет 2-ю группу качества протягиваемой поверхности, а сам инструмент перетачивается по передней поверхности.

Определяем Σl_p для цилиндрических отверстий.

$$\Sigma l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_p}{Z_c},$$

где D – наибольший диаметр зубьев протяжки;

Z_p – числа зубьев, одновременно участвующих в работе;

Z_c – число зубьев секции.

$$Z_p = \frac{l}{t + 1},$$

где l – длина протягиваемой поверхности;

t – шаг черновых зубьев.

$$Z_p = 60 / 10 = 6.$$

$$Z_c = 2.$$

$$\Sigma l_p = \frac{3,14 \cdot 24,9 \cdot 6}{2} = 235, \text{ мм.}$$

Осевая сила резания

$$P = 7,2 \cdot 235 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1692, \text{ кгс.}$$

$$\text{В единицах системы СИ} \quad P = 9,81 \cdot 1692 = 16599, \text{ Н.}$$

Проверяем достаточная ли тяговая сила станка. Протягивание возможно при $P \leq Q$, где Q – тяговая сила станка. У станка 7512 $Q = 50\,000$ Н. Следовательно, протягивание возможно ($16\,599 < 50\,000$).

Назначаем скорость резания [8]:

Для круглых протяжек, 2-й группы обрабатываемости; 2-й группы качества протягиваемой поверхности и среднесерийного производства принята скорость резания $V = 8$ м/мин. Поправочный коэффициент на скорость резания $k = 1$, так как рекомендуется протяжка из быстрорежущей стали Р6М5.

Корректировка найденной скорости резания по паспортным данным станка не требуется, т.к. станок имеет бесступенчатое регулирование скорости в пределах 1.5 – 11.5 м/мин.

Определяем скорость резания, допускаемую мощностью электродвигателя станка:

$$V_{доп} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_{д} \cdot \eta}{P},$$

где $N_{д}$ – мощность двигателя;

η – КПД станка;

P – осевая сила резания.

По паспортным данным станка мощность его электродвигателя $N_{д} = 11$ кВт,

КПД = 0,85;

$$V_{доп} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0.85}{1692} = 34, \text{ м/мин.}$$

Таким образом, выполняется условие $V > V_{доп}$ ($8 < 34$).

Следовательно, принимаем скорость резания $V = 8$ м/мин ($\approx 0,13$ м/с).

2.9.6 Расчёт режимов обработки на операцию 030 Протяжная.

Протянуть поверхности 17, 18 19, выдерживая размеры $39^{+0,036}$, 10JS9($\pm 0,018$).

Протянем шпоночный паз шириной 10JS9(± 0.018) насквозь на длину $L = 91$ мм. Назначаем режимы резания при заданной геометрии протяжки. Подача обеспечивается самой протяжкой (подъёмом на зуб).

Устанавливаем группу обрабатываемости протягиваемого материала. По карте 1 [8] чугун СЧ 18 относится ко 2-й группе обрабатываемости.

Устанавливаем группу качества протягиваемой поверхности. По карте 2.

Отверстие с точностью JS9 с параметром шероховатости поверхности R_a 2,5 мкм относится ко 2-й группе качества поверхности. [8]

Выбираем вид смазочно–охлаждающей жидкости, по карте 23 [8] для протягивания стали 2-й группы обрабатываемости и 2-й группы качества поверхности принимаем сульфифрезол (условное обозначение в карте «В»).

Осевая сила резания

$$P = q_0 \cdot \sum l_p \cdot k_p ,$$

где q_0 - осевая сила резания (кгс), приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки;

$\sum l_p$ – суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе, мм;

k_p – общий поправочный коэффициент на осевую силу резания, учитывающий изменённые условия работы.

Определяем q_0 [8] для $S = 0,04$ мм на зуб и переднего угла $\gamma = 20^\circ$, $q_0 = 7.2$ кгс/мм = 72 Н/мм.

Учитываем поправочные коэффициенты на осевую силу резания [8]:

$k_{pm} = 1$, так как чугун 2-й группы обрабатываемости и твёрдостью HB 180;

$k_{po} = 1$, так как смазочно-охлаждающая жидкость – сульфифрезол;

$k_{pp} = 1$, так как стружка разделяется на зубьях выкружками;

$k_{pk} = 1$, так как поверхность имеет 2-ю группу качества протягиваемой поверхности, а сам инструмент перетачивается по передней поверхности.

Определяем $\sum l_p$ для цилиндрических отверстий.

$$\sum l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_p}{Z_c} ,$$

где D – наибольший диаметр зубьев протяжки;

Z_p – числа зубьев, одновременно участвующих в работе;

Z_c – число зубьев секции.

$$Z_p = \frac{l}{t+1},$$

где l – длина протягиваемой поверхности;

t – шаг черновых зубьев.

$$Z_p = 60 / 10 = 6.$$

$$Z_c = 2.$$

$$\Sigma l_p = \frac{3,14 \cdot 24,9 \cdot 6}{2} = 235, \text{ мм.}$$

Осевая сила резания

$$P = 7,2 \cdot 235 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1692, \text{ кГс.}$$

$$\text{В единицах системы СИ} \quad P = 9,81 \cdot 1692 = 16599, \text{ Н.}$$

Проверяем достаточная ли тяговая сила станка. Протягивание возможно при $P \leq Q$, где Q – тяговая сила станка. У станка 7512 $Q = 50\,000 \text{ Н}$. Следовательно, протягивание возможно ($16\,599 < 50\,000$).

Назначаем скорость резания [8]:

Для шпоночных протяжек, 2-й группы обрабатываемости; 2-й группы качества протягиваемой поверхности и среднесерийного производства принята скорость резания $V = 8 \text{ м/мин}$. Поправочный коэффициент на скорость резания $k = 1$, так как рекомендуется протяжка из быстрорежущей стали Р6М5.

Корректировка найденной скорости резания по паспортным данным станка не требуется, т.к. станок имеет бесступенчатое регулирование скорости в пределах $1,5 - 11,5 \text{ м/мин}$.

Определяем скорость резания, допускаемую мощностью электродвигателя станка:

$$V_{дон} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_d \cdot \eta}{P},$$

где N_d – мощность двигателя;

η – КПД станка;

P – осевая сила резания.

По паспортным данным станка мощность его электродвигателя $N_d = 11$ кВт,

КПД = 0,85;

$$V_{доп} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0.85}{1692} = 34, \text{ м/мин.}$$

Таким образом, выполняется условие $V > V_{доп}$ ($8 < 34$).

Следовательно, принимаем скорость резания $V = 8$ м/мин ($\approx 0,13$ м/с).

2.9.7 Расчёт режимов обработки на операцию 040 Внутршлифовальная.

Шлифовать поверхность 16, выдерживая размер $\varnothing 35^{+0,025}$; шлифовать поверхность 1, выдерживая размер $91 \pm 0,435$.

Частота вращения шлифовального круга $n_{кр} = 1112 \text{ мин}^{-1}$.

Частота вращения детали $n_{дет} = 55 - 620 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность 17 кВт.

Способ установки детали на станке - в цанговом патроне.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с $D_k = 30$ мм и $V_k = 63$ мм.

Характеристика шлифовального круга:

Круг 1 30 63' 16' 25А F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781 - 2007

По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 1,75, \text{ м/с.}$$

Для серого чугуна СЧ18 и заданном параметре шероховатости выбираем шлифовальный круг на керамической связке.

Для чистовой обработки по диаметру 35 мм назначаем скорость детали $v = 35$ м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n_d = \frac{1000 \cdot v_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 35} = 318,5, \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Определим величину поперечной подачи S_p .

$$S_p = S_{p.ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $S_{p.ТАБЛ}$ – поперечная подача по таблице;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга;

K_2 – коэффициент, зависящий от точности обработки, шероховатости поверхности и припуска на сторону;

K_3 – коэффициент, зависящий от диаметра шлифовального круга;

K_4 – коэффициент, учитывающий особенности торцекруглошлифовальной операции.

$$S_{p.ТАБЛ} = 2,20 \text{ мм/мин.} \quad [8]$$

$$K_1 = 1,1.$$

$$K_2 = 1,0 \text{ при припуске } 0,3 \text{ на сторону.}$$

$$K_3 = 0,9.$$

$$\text{Для } \frac{D_{\max 1}}{D_1} = \frac{147}{115} = 1,28 \quad K_4 = 0,65.$$

$$S_p = 2,2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 1,42 \text{ мм/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $S_p = 1,4 \text{ мм/мин.}$

Назначим ускоренную подачу.

$$S_{уСК} = 10 \cdot S_p = 10 \cdot 1,4 = 14 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем путь шлифования.

$$L_p = p + \Delta L,$$

где $p = 0,15$ – максимальный припуск на сторону;

$\Delta L = 0,05$ – гарантированный зазор.

$$L_p = 0,15 + 0,05 = 0,2 \text{ мм.}$$

Время выхаживания $T_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \text{ мин.}$

Рассчитаем основное время на операцию T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{YCK}}{S_{YCK}} + \sum \frac{L_{P,i}}{S_{P,i}} + T_{BЫX}.$$

$$T_0 = \frac{0,01}{14} + \frac{0,09}{1} + 0,05 = 0,14 \text{ мин.}$$

2.9.8 Расчет режимов обработки на операцию 045 Круглошлифовальная.

Шлифовать поверхности 3 и 5, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,215$, $18,9 \pm 0,021$, $12,6 \pm 0,021$, $34^\circ \pm 30'$; шлифовать поверхности 8 и 10, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$, $12 \pm 0,215$, $18,9 \pm 0,021$, $12,6 \pm 0,021$, $34^\circ \pm 30'$.

Частота вращения шлифовального круга $n_{кр} = 1112 \text{ мин}^{-1}$.

Частота вращения детали $n_{дет} = 55 - 620 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность 17 кВт.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с $D_k = 350$ и $B_k = 63$.

Круг 1 350 63' 76.2' 25A F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781 - 2007

По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 20,4 \text{ м/с.}$$

Для серого чугуна СЧ18 и заданном параметре шероховатости выбираем круг на керамической связке.

Для чистовой обработки по диаметру 180 мм назначаем скорость детали $v = 35 \text{ м/мин}$ и определяем частоту её вращения:

$$n_d = \frac{1000 \cdot v_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 257} = 43,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Определим величину поперечной подачи S_p .

$$S_p = S_{P,ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $S_{P,ТАБЛ}$ — поперечная подача по таблице;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга;

K_2 – коэффициент, зависящий от точности обработки, шероховатости поверхности и припуска на сторону;

K_3 - коэффициент, зависящий от диаметра шлифовального круга;

K_4 - коэффициент, учитывающий особенности круглошлифовальной операции.

$$S_{p.ТАБЛ} = 2,20 \text{ мм/мин.} \quad [8]$$

$$K_1 = 1,1.$$

$$K_2 = 1,0 \text{ при припуске } 0,3 \text{ на сторону.}$$

$$K_3 = 0,9.$$

$$\text{Для } \frac{D_{\max 1}}{D_1} = \frac{147}{115} = 1,28 \quad K_4 = 0,65.$$

$$S_p = 2,2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 1,42 \text{ мм/мин.}$$

По паспорту станка примем $S_p = 1,4 \text{ мм/мин.}$

Назначим ускоренную подачу.

$$S_{УСК} = 10 \cdot S_p = 10 \cdot 1,4 = 14 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем путь шлифования.

$$L_p = p + \Delta L,$$

где $p = 0,15$ – максимальный припуск на сторону;

$\Delta L = 0,05$ – гарантированный зазор.

$$L_p = 0,15 + 0,05 = 0,2 \text{ мм.}$$

Время выхаживания $T_{ВЫХ} = 0,05 \text{ мин.}$

Рассчитаем основное время на операцию T_0 .

$$T_0 = \frac{L_{УСК}}{S_{УСК}} + \sum \frac{L_{p.i}}{S_{p.i}} + T_{ВЫХ}.$$

$$T_0 = \frac{0,2 \cdot 4}{14} + \frac{0,2 \cdot 4}{1} + 0,05 = 0,91 \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Сбор исходных данных.

На операции 020 Токарная чистовая проводится точение наружных поверхностей. Схема обработки представлена на рис. 3.1.

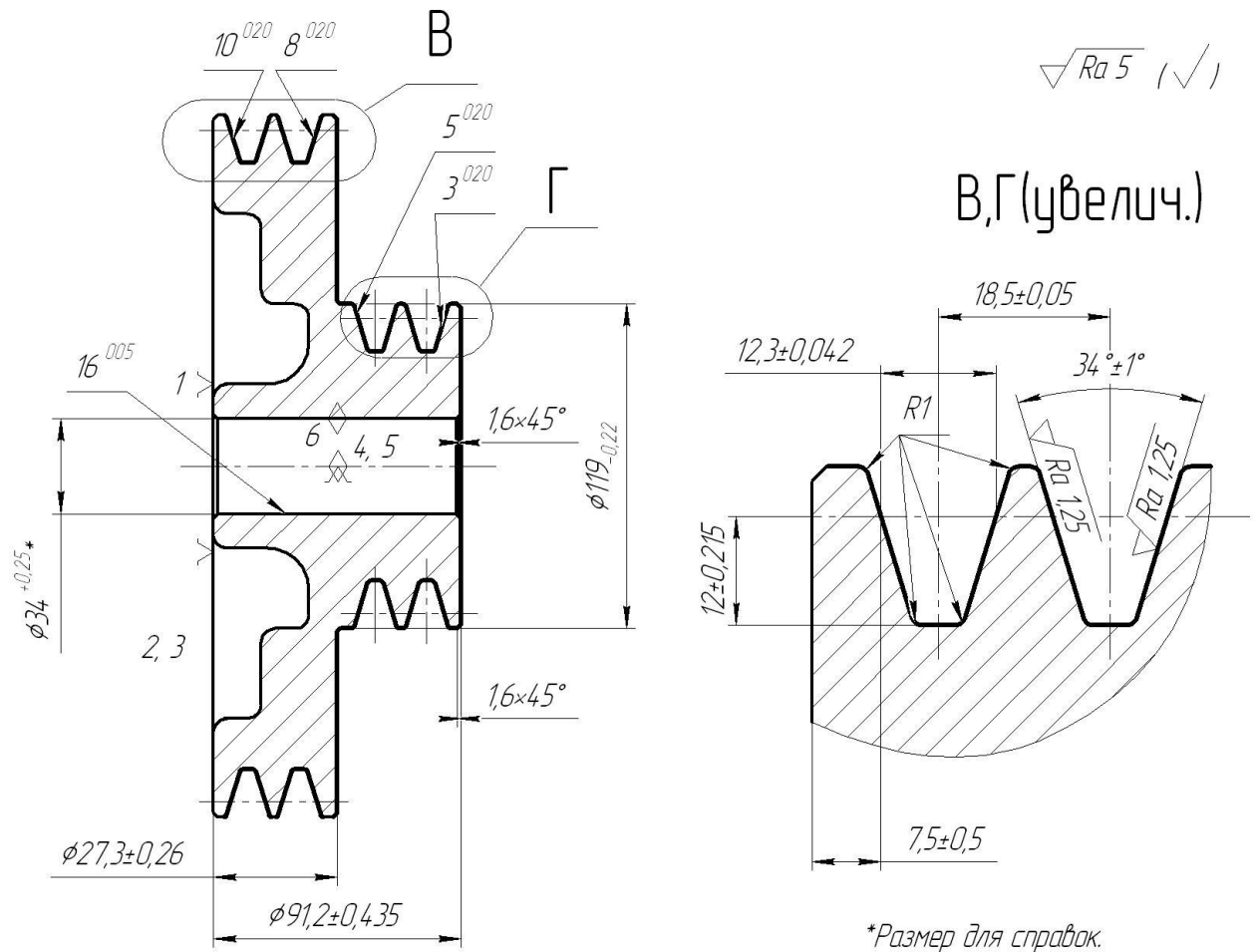


Рис. 3.1. Схема обработки.

3.2 Расчёт усилий резания.

Составляющие P_z и P_y рассчитывают по формуле: [9]

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

где C_p , x , y , n - постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки.

При обработки стали резцом, оснащённым пластиной из твёрдого сплава, равны: для $P_z=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$;

Для P_y - $C_p=243$; $x=0,9$; $y=0,6$; $n=-0,3$

K_p – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{np}, \quad (3.2)$$

где K_{mp} – коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовую зависимость.

Из расчёта режимов резания принимаем

$$V=129,1 \text{ м/мин}; S_0=0,3 \text{ м/об}; t=0,3 \text{ мм.}$$

$$\text{Для серого чугуна } K_{MP} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{0,6}, \quad (3.3)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{180}{190} \right)^{0,75} = 0,960,$$

где K_{yp} ; K_{jp} ; K_{np} – коэффициенты учитывающие влияние геометрии режущей части инструмента на силы резания

При

$$\varphi = 60^0; K_{yp_z} = 0,94; K_{yp_y} = 0,8; \gamma = -3^0; K_{np_z} = 1,05; K_{np_y} = 1,5; \lambda = +0,5^0; K_{np_z} = 1,03; K_{np_y} = 1,15$$

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{jp_z} \cdot K_{np_z} = 0,960 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,9759$$

$$K_{p_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{jp_y} \cdot K_{np_y} = 0,960 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,3248$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 129,1^{-0,15} \cdot 0,9759 = 171,73, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 129,1^{-0,3} \cdot 1,3248 = 123,07, \text{ Н.}$$

3.3 Расчёт усилия зажима.

Выведем формулы для расчёта усилия зажима W . Суммарный крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремиться повернуть изделие на кулачках и равен для данной схемы установки (рис. 3.2).

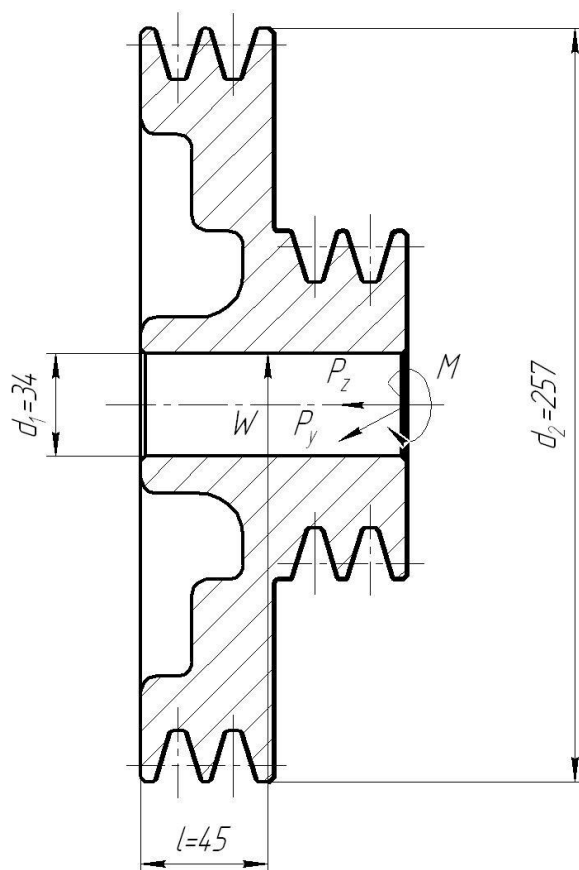


Рис. 3.2. Схема действия сил.

$$M \cdot p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{171,73 \cdot 34}{2} = 2919, \text{ Н м.} \quad (3.4)$$

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, который определяется по формуле:

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}, \quad (3.5)$$

где W – суммарное усилие зажима приходящее на три кулачка, Н

f – коэффициент трения на рабочие поверхности сменного кулачка,

Из равенства моментов M_p и M_3 определим необходимое усилие зажима, препятствующее повороту изделия в кулачках:

$$W^1 = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K p_z \cdot d_1}{f d_2}, \quad (3.6)$$

Значение коэффициента запаса K в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (3.7)$$

$$K_{p_z} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8 \quad K_{py} = 2,52.$$

$f=0,3$ отсюда

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f d_2} = \frac{1,8 \cdot 171,73 \cdot 34}{0,3 \cdot 257} = 136,3, \text{ Н.}$$

Сила P_y стремится вывернуть изделие из кулачков относительно OO_1 создавая момент от силы зажима

$$M_p^{11} = P_y \ell. \quad (3.8)$$

Этому моменту препятствует момент от силы, зажима

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (3.9)$$

Необходимая сила зажима равна

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{136,3}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 160,4, \text{ Н.} \quad (3.10)$$

3.4 Расчёт зажимного механизма клиноплунжерного патрона.

При расчёте зажимного механизма клиноплунжерного патрона по определённому усилию W_1 определяется усилие Q , создаваемое силовым приводом, которое зажимным механизмом увеличивается и передаётся каждому кулачку.

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \text{ где } i - \text{ передаточное отношение по силе зажимного механизма.}$$

Данное соотношение для клиноплунжерного механизма находим по формуле: [10]

$$i_{c.kl} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}, \quad (3.11)$$

где α - угол наклона клина (рекомендуемый $\alpha=15 \dots 30^\circ$; [10]).

Принимаем $\alpha=20^\circ$; φ и φ^1 – углы трения на поверхностях кулачка и штока и изделия. Углы φ и φ^1 определим по формуле:

$\varphi = \arctg \cdot f_1 = \arctg \cdot 0,1 = 5^{\circ}43^1$, отсюда:

принимаем $\varphi = \varphi^1 = 6^{\circ}$

Следовательно, передаточное отношение:

$$i_{c.kл.} = \frac{1}{tg(20^{\circ} + 6^{\circ}) + tg 6^{\circ}} = 1,9,$$

$$\text{отсюда } Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{136,3}{1,9} = 71,7, \text{ Н.}$$

3.5 Расчёт пружинного кольца.

Расчёт пружинного кольца клиноплунжерного патрона начинаем с расчёта на жёсткость по формуле:

$$R = 7500 \cdot b \cdot \left(\frac{S}{D_e} \right)^3, \quad (3.12)$$

где b – толщина кольца (мм); S – толщина кольца (мм); D_e – делительный диаметр толщины кольца (мм)

Принимаем $b = 4,8$ мм исходя из ширины канавки на корпусе патрона 5 мм. Принимаем $R = 2,5$ [10].

Согласно заданного диаметра корпуса $D_k = 39,4$ мм произведём расчёт наружного диаметра пружины; мм, отсюда $D_e = D_k - T$; где суммарный натяг кольца, следовательно:

$T = \tau + C$; где τ – разница между диаметром корпуса D_k и наружным диаметром пружинного кольца, установленного на кулачки патрона при крайнем положении кулачков, соответствующих разжиму детали,

$$\tau = 0,5 \text{ мм [13];}$$

C – предварительный натяг пружинного кольца, установленного на кулачки патрона при крайнем положении кулачков, соответствующих разжиму детали, $C = 0,7$ мм [10];

$$T = 0,6 + 0,7 = 1,2 \text{ мм, отсюда:}$$

$$D_e = 39,4 - 1,2 = 38,2 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_e = 38$ мм.

Рассчитываем толщину кольца по формуле:

$$S = D_e \cdot \sqrt[3]{\frac{R}{7500 \cdot b}} = 38 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,5}{7500 \cdot 4,8}} = 1,56, \text{ мм} \quad (3.13)$$

принимаем $S=1,5$ мм

Рассчитываем внутренний диаметр D_i при зажиме изделия по отверстию по формуле: $D_i = D_e - 2S = 38 - 2 \cdot 1,5 = 35, \text{ мм.}$ (3.14)

3.6 Расчёт силового привода.

Для создания исходного усилия Q используется силовой привод устанавливаемый на задний конец шпинделя. В его конструкции можно выделить силовую часть, вращающуюся совместно со шпинделем и муфту для подвода рабочей среды. В качестве приводов наибольшее применение получили пневматический и гидравлический вращающиеся цилиндры.

В сравнительном расчёте попытаемся применить пневматический привод так как в любом производстве имеются трубопроводы для подачи сжатого воздуха. Диаметр поршня пневмоцилиндра определим по формуле:

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}; \quad (3.15)$$

где P – избыточное давление воздуха, принимаемое в расчётах равным 0,4 МПа.

В конструкцию токарного станка можно встроить силовой привод с диаметром поршня не более 120 мм. Если при расчёте по формуле (3.15) диаметр поршня получится более 120 мм, то следует применять гидравлический привод, где за счёт регулирования давления масла.

Можно получить большие исходные усилия. При заданном усилии Q подбираем давление масла ($P_r=1,0; 2,5; 5,0; 7,5$ МПа)

Чтобы диаметр поршня не превышал 120 мм, отсюда

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{71,7}{0,4}} = 15,1.$$

$D=15,1 < 120$ мм, тогда:

Выбираем пневматический привод с давлением воздуха $P=0,4$ МПа, отсюда:

Для увеличения номенклатуры зажимаемых заготовок принимаем диаметр поршня $D=80$ мм.

Ход поршня рассчитываем по формуле:

$$S_a = \frac{S_w}{i_n}; \quad (3.16)$$

где S_w – свободный ход кулачков $S_w = 0,4$ мм с точностью базирования 0,01 мм на диаметр, отсюда:

$i_n = \frac{1}{i_c}$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению;

$$i_n = \frac{1}{1,9} = 0,52, \text{ следовательно}$$

$$S_a = \frac{0,4}{0,52} = 7,6 \text{ мм}.$$

Значение S_a следует принимать с запасом 10...15 мм, а значит $S_a=20$ мм.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На операции 025 Протяжной проводят обработку внутреннего посадочного отверстия детали протяжкой круглой. Задача раздела спроектировать инструмент для этой операции. Диаметр отверстия до обработки $D=34$ мм. Диаметр отверстия после обработки должен быть $\varnothing 34,8H8(^{+0,039})$.

4.1 Расчёт режущей части протяжки.

Расчёт будем вести по методике [11]

4.1.1. Исходные данные.

Таблица 4.1 - Исходные данные о заготовке

Наименование параметра		Обозначение	Единица измерения	Значение параметра
Диаметр отверстия	Под протягивание	D_0		34,0
	После протягивания	D		34,8
Предельное отклонение диаметра D	Верхнее	ES	мм	+0,039
	Нижнее	EI		0
Длина протягивания		L_0		91
Обрабатываемый материал	Марка	СЧ18 ГОСТ 1412-85		
	Предел прочности	σ_B	МПа	180

4.1.2. Расчёт геометрических параметров режущей части протяжки.

4.1.2.1. Назначаем передний и задний угол протяжки.

Задний угол режущих зубьев принимаем $\alpha_{r0}=3^\circ$.

Передний угол для чугуна с $\sigma_B \leq 600$ МПа $\gamma_{r0} = 18^\circ$.

4.1.2.2. Определяем припуск под протягивание.

$$D_{\max} = D + \frac{1}{2} IT = 34,8 + \frac{1}{2} 0,039 = 34,820 \text{ , мм.}$$

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2} = \frac{34,820 - 34,0}{2} = 0,410 \text{ , мм.}$$

4.1.2.3. Рассчитываем шаг режущих зубьев по эмпирической формуле

$$t = (1,25 \dots 1,5) \sqrt{L_0} \text{ ,}$$

$$t = 1,3 \sqrt{91} = 12,401 \text{ , мм.}$$

Принимаем шаг режущих зубьев $t = 12$ мм.

4.1.2.4. По величине t назначаем размеры стружечных канавок:

$$h = 3;$$

$$c = 4;$$

$$r = 1,5;$$

$$R = 8;$$

$$F_K = 7,07.$$

4.1.2.5. Рассчитываем толщину среза, приходящегося на один зуб протяжки

$$a_z = \frac{F_K}{K \cdot L_0} = \frac{7,07}{2 \cdot 91} = 0,039 \text{ ,}$$

где $K=2$ – для заготовок из чугуна.

4.1.2.6. Определяем число одновременно работающих зубьев

$$q = \frac{L_0}{t} + 1 = \frac{91}{12} + 1 = 9.$$

4.1.2.7. Рассчитываем силу, приходящуюся на 1 мм длины обрабатываемого контура

$$P_z = C_p \cdot \sigma_s \cdot a_z^{0,85} \cdot K_\gamma \text{ ,}$$

где $C_p = 2,6$ для чугунов,

$$K_\gamma = \frac{90 - \gamma}{75} = \frac{90 - 18}{75} = 0,96.$$

$$P_z = 2,6 \cdot 180 \cdot 0,029^{0,85} \cdot 0,96 = 22,159 \text{ , Н.}$$

4.1.2.8. Рассчитываем усилие протягивания

$$P_T = \pi \cdot P_Z \cdot D \cdot q = 3,14 \cdot 22,159 \cdot 34 \cdot 9 = 21291, \text{ Н},$$

а также напряжения в канавке перед первым зубом

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2} = \frac{4 \cdot 21291}{3,14(34 - 2 \cdot 3)^2} = 34,59, \text{ МПа}.$$

Условие, где $\sigma_1 \leq [\sigma_n]$, при $[\sigma_n] = 400 \dots 450 \text{ МПа}$ выполняется.

4.1.2.9. По таблице выбираем наибольший диаметр хвостовика

$$d_1 = 32 \text{ мм}.$$

4.1.2.10. Рассчитываем напряжение в опасном сечении хвостовика,

$$\sigma_x = \frac{P_T}{F_x} = \frac{21291}{490,9} = 43,37,$$

где площадь опасного сечения $F_x = 490,9 \text{ мм}^2$.

4.1.2.11. Рассчитываем число черновых зубьев протяжки

$$z = \frac{A - a'_z z'}{a_z} + 1.$$

Число чистовых зубьев $z' = 1 \dots 3$, толщина среза $a'_z < a_z$.

Величину a_z принимаем равным 0,01 мм.

$$z = \frac{0,410 - 2 \cdot 0,010}{0,039} + 1 = 11.$$

4.1.2.12. Рассчитываем номинальные диаметры черновых режущих зубьев:

$$D_i = D_0 + 2a_z(i - 1).$$

$$D_1 = 34 + 2 \cdot 0,039(1-1) = 34, \text{ мм}.$$

$$D_2 = 34 + 2 \cdot 0,039(2-1) = 34,078, \text{ мм}.$$

$$D_3 = 34 + 2 \cdot 0,039(3-1) = 34,156, \text{ мм}.$$

$$D_4 = 34 + 2 \cdot 0,039(4-1) = 34,234, \text{ мм}.$$

$$D_5 = 34 + 2 \cdot 0,039(5-1) = 34,312, \text{ мм}.$$

$$D_6 = 34 + 2 \cdot 0,039(6-1) = 34,390, \text{ мм}.$$

$$D_7 = 34 + 2 \cdot 0,039(7-1) = 34,468, \text{ мм}.$$

$$D_8 = 34 + 2 \cdot 0,039(8-1) = 34,546, \text{ мм}.$$

$$D_9 = 34 + 2 \cdot 0,039(9-1) = 34,624, \text{ мм}.$$

$$D_{10} = 34 + 2 \cdot 0,039 (10-1) = 34,702, \text{ мм.}$$

$$D_{11} = 34 + 2 \cdot 0,039 (11-1) = 34,780, \text{ мм.}$$

Рассчитываем номинальные диаметры чистовых режущих зубьев:

$$D_{q1} = D_Z + 2a'_z j.$$

$$D_{q1} = 34,780 + 2 \cdot 0,010 \cdot 1 = 34,800, \text{ мм.}$$

$$D_{q2} = 24,864 + 2 \cdot 0,010 \cdot 2 = 34,820, \text{ мм.}$$

4.1.2.13. Рассчитываем длину режущей части протяжки

$$l_p = t(z + z') = 12(11 + 2) = 156, \text{ мм.}$$

4.1.3. Расчёт параметров калибрующей части протяжки.

4.1.3.1. Выбираем задний угол $\alpha_{TK} = 1^\circ$, передний угол $\gamma_{TK} = 1^\circ$.

4.1.3.2. Выбираем число калибрующих зубьев по таблице, в зависимости от качества точности изготавливаемого отверстия – для Н8 $z_k = 6$.

4.1.3.3. Рассчитываем шаг калибрующих зубьев

$$t \approx (2/3) t = 8 \text{ мм.}$$

4.1.3.4. Номинальный диаметр всех калибрующих зубьев

$$D_k = D_{\max} = 34,820 \text{ мм.}$$

На зубьях предусматривают ленточку шириной $f = 0,2 \dots 0,3 \text{ мм.}$

Принимаем $f = 0,3 \text{ мм}$ в целях удобства переточки.

4.1.3.5. Рассчитываем длину калибрующей части

$$l_k = t_k z_k = 8 \cdot 6 = 48 \text{ мм.}$$

4.2 Конструктивные элементы протяжки.

4.2.1. Геометрию и размеры хвостовика назначаем в соответствии с [12].

4.2.2. Выбираем длину передней направляющей

$$l_{\text{пн}} = (0,8 \dots 1,0) L_0 = 0,9 \cdot 91 = 82 \text{ мм.}$$

Длину задней направляющей

$$l_{\text{зн}} = (0,6 \dots 0,8) L_0 = 0,7 \cdot 91 = 64 \text{ мм.}$$

Расстояние до первого зуба

$$L_1 = 180 + l_{\text{пн}} = 180 + 82 = 262 \text{ мм.}$$

4.2.3. Рассчитываем общую длину протяжки

$$L = L_1 + l_p + l_k + l_{\text{зн}} = 262 + 156 + 48 + 64 = 530, \text{ мм.}$$

Проверяем на верность условие $L \leq 40D$.

$630 < 1392,8$, следовательно условие выполняется.

4.2.4. Выбираем конфигурацию стружкоразделительных канавок

$$\varepsilon = 60^\circ; m = 0,7; R_c = 0,4 \text{ мм.}$$

Рассчитываем количество канавок по формуле

$$n_c = 1,85\sqrt{D} = 1,85\sqrt{34,82} = 10.$$

Канавки расположены в шахматном порядке со смещением на угол

$$\frac{180}{n_c} = \frac{180}{10} = 18^\circ.$$

4.2.5. Для изготовления, контроля и заточки протяжек их выполняют с центровыми отверстиями формы В по ГОСТ 14034-74.

4.2.6. Протяжки изготавливают сварными, соединяя с помощью контактной стыковой электросварки сплавлением режущую часть из быстрорежущей стали (ГОСТ 19265-73) с хвостовой частью из углеродистой стали (ГОСТ 1050-74) или легированной конструкционной стали (ГОСТ 4543-71).

Твердость после термообработки: режущей части HRC 62...66, хвостовой части HRC 44...50.

4.2.7. Допуски на размеры хвостовика:

- на диаметр d_1 – по e8;
- на диаметр d_2 – по c11;
- на диаметр d_3 – с верхним отклонением 0,5 мм, нижним – 1,0 мм;
- на размер b – по e8.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Техпроцесс изготовления шкива привода ленточного конвейера».

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта. [14]

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологи ческое устройство	Технологичес кая операция , вид выполняемых работ ²	Наименован ие должности работника, выполняюще го технологиче ский процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материал ы, вещества ⁵
1	Точение чистовое	Операция 020 Токарная чистовая	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ SAMAT- 400XC; токарный пневматический плунжерный патрон	Черый чугун СЧ 18; т/с ВК6; б/р сталь Р6М5; СОЖ-ЭТ- 2
2	Протягива ние центрально го отверстия	Операция 025 Протяжная	Станочник- протяжник	Горизонтально- протяжной станок 7512	Черый чугун СЧ 18; б/р сталь Р6М5; СОЖ- Укринол

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков. [14]

Таблица 5.2 – 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	Операция 020 Токарная чистовая	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Повышенный уровень вибрации. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC
2	Операция 025 Протяжная	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Повышенный уровень вибрации. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Горизонтально- протяжной станок 7512

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков. [14]

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках выпускной работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте на токарной операции	Оператор станка находится на удалении от него и производит только загрузку-выгрузку деталей и заготовок.	Костюм хлопчатобумажный или вискозно-лавсановый
2	Повышенный уровень вибрации на токарной операции	Оператор станка находится на удалении от него и производит только загрузку-выгрузку деталей и заготовок.	Костюм и брюки хлопчатобумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.
3	В связи с использованием СОЖ повышенная загазованность.	Оператор станка должен быть одет в респиратор.	Респиратор.

Продолжение табл. 5.3

4	Повышенный уровень шума на рабочем месте на протяжной операции	Протяжник должен быть одет в наушники защитные	Наушники защитные.
5	Повышенный уровень вибрации на протяжной операции	Протяжник должен быть одет в спецодежду	Костюм и брюки хлопчато-бумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.

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

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара. [14]

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механической обработки	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC; горизонтально-протяжной станок 7512	Е	1) пламя и искры; 2) тепловой поток; 3) пониженная концентрация кислорода; 4) снижение видимости в дыму	1) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических

Продолжение табл. 5.4

				(задымленных пространственных зонах).	установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; 2) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся производственного и инженерно-технического оборудования.
--	--	--	--	---------------------------------------	---

5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. [14]

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители	Пожарные	Пожарные	Автоматизированные	Напорные	Респираторы,	Лопаты, ломы,	Автоматический

Продолжение табл. 5.5

, ящики с песко м	автомоб или, пожарн ые лестниц ы	гидрант ы	анные средс тва пожа рооп овещ ения	пожар ные рукава , гидран ты	противо газы	ведра	кие датчики и извещате ли
-------------------------------	---	--------------	---	---	-----------------	-------	------------------------------------

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара. [14]

Таблица 5.6 – 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
Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.
Горизонтально-протяжной станок 7512	Проведение инструктажа по	Запрет на курение и на применение открытого

Продолжение табл. 5.6

	пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.
--	--	--

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта. [14]

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Точение чистовое	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	Газ от испарения	Использованная СОЖ	Возможно попадание использованной

Продолжение табл. 5.7

		СОЖ		СОЖ а почву. Возможно попадание стружки в почву.
Протягиван ие	Горизонтально- протяжной станок 7512	Газ от испарения СОЖ	Использован ная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ а почву. Возможно попадание стружки в почву.

Разработка мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Точение чистовое, Протягивание
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение герметичной камеры на токарном станке с ЧПУ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение централизованного сбора и утилизации стружки.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение на предприятии хранения и регулярности утилизации отходов. Возможность использования стружки для производства сырья.

5.6 Заключение.

В результате анализа на безопасность и экологичность технического объекта были разработаны меры по предупреждению возникновения травм от опасных и вредных производственных факторов на участке механической обработки. Выполнено оснащение модернизированных операций средствами пожаротушения и пожароповещения. Для предупреждения загрязнения экологичности разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия технических объектов участка на окружающую среду.

6 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 работе технических решений.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали. Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления детали.

Базовый вариант.

Операция 020 – Токарная чистовая, предполагает чистовое точение поверхностей детали «Шкив» на токарном станке, модель SAMAT-400XC. Закрепление заготовки обеспечивается приспособлением – специальной оправкой. Получение обрабатываемых поверхностей обеспечивают 2-а резца с твердосплавными пластинами из ВК6 и фасонный резец из быстрорежущей стали Р6М5.

Проектный вариант.

Отличительной особенностью выполнения представленной операции в проектном варианте является применяемое приспособление. В данном случае закрепление осуществляется автоматизированным плунжерным патроном.

Представленные изменения позволяют сократить вспомогательное время выполнения операции с 1,25 мин. до 0,59 мин. Благодаря этим изменениям достигли снижения и общей трудоемкости выполнения всей операции с 9,34 мин до 8,68 мин.

Учитывая описанные изменения, осуществим экономические расчеты, которые позволят сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения данного процесса.

Представив краткое описание предлагаемых изменений, возникает необходимость рассчитать капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса. Используя методику расчета капитальных вложений [15] мы определили данную величину, которая составляет $K_{ВВ.ПР} = 72651,77$ руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение нового приспособления, объемов незавершенного производства и затрат, связанных с проектированием технологического процесса.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения существенного влияния на конечный результат не оказывают. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Шкив» по сравниваемым вариантам представлена на рисунках 6.1 и 6.2.

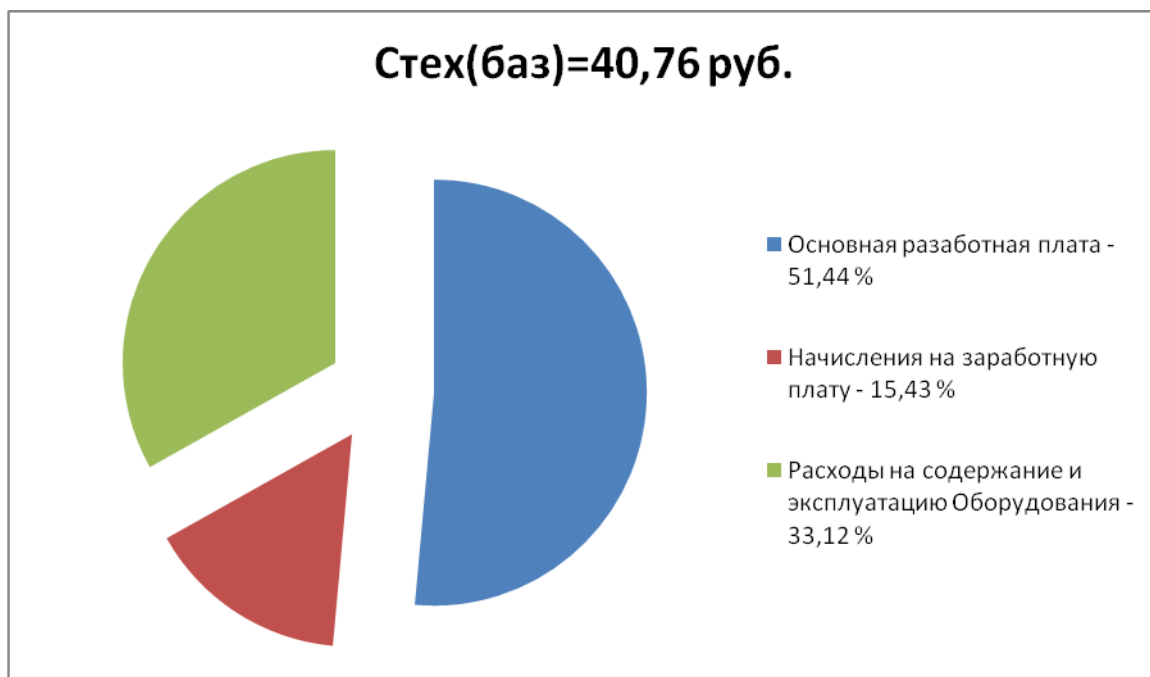


Рис. 6.1. Структура технологической себестоимости выполнения операции 020 – Токарной, по базовому варианту

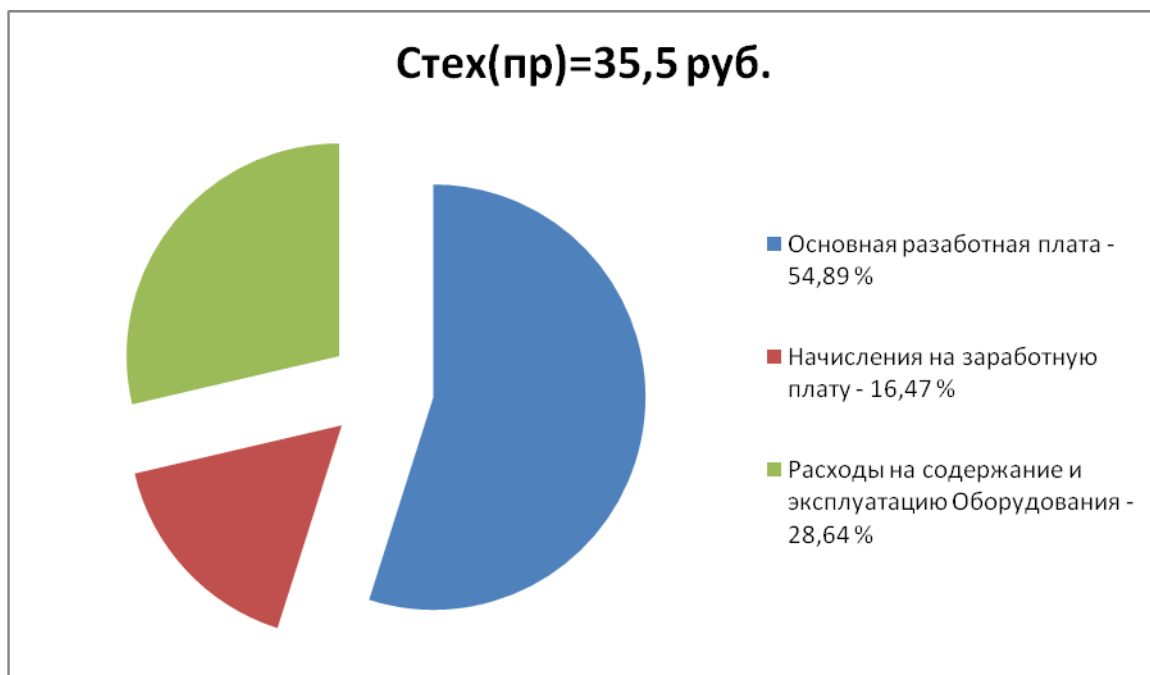


Рис. 6.2. Структура технологической себестоимости выполнения операции 020 – Токарной, по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [15] мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 020. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость без учета затрат на материал, как обосновывалось ранее, составила 117,43 руб.; а по проектному варианту – 106,75 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [15], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot П_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (117,43 - 106,75) \cdot 5000 = 53400 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 53400 \cdot 0,2 = 10680 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = 53400 - 10680 = 42720 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (6.4)$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{72651,77}{42720} + 1 = 2,7 = 3 \text{ года}$$

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T P_{P.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 42720 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 89968,32 \text{ руб}$$

$$\mathcal{Э}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$\mathcal{Э}_{ИНТ} = ЧДД = 89968,32 - 72651,77 = 17316,55 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{89968,32}{72651,77} = 1,24 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Предлагаемые изменения по операции 020 – Токарная, технологического процесса изготовления детали «Шкив», можно считать экономически обоснованными. Данное заключение можно сделать основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 9,1%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 17316,55 руб., что также свидетельствует эффективности работы. Кроме того окупаемость вложенных средств будет достигнута в течении 3 лет, что тоже подтверждает наше заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения бакалаврской работы нами был разработан технологический процесс изготовления шкива привода ленточного конвейера. Техпроцесс оснащен современными средствами технологического оснащения и оборудованием.

На 020 Токарную чистовую и 025 Протяжную операции разработаны технологические наладки.

Для базирования заготовки на 020 операции разработана конструкция патрона с автоматическим зажимом-разжимом заготовки.

Для обработки центрального отверстия детали на 025 операции разработана круглая протяжка.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 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. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 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. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с.
6. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
8. 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.
9. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

10. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.
11. Резников, Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.
12. Гоцеридзе, Р.М. Процессы формообразования и инструменты : учебник / Р.М. Гоцеридзе. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 384 с.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Палей, М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.
17. Палей, М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.
18. 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.

19. 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.
20. 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.
21. 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 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

[illegible]

[illegible]

O13	<i>Точить поверхность 6, выдерживая размер 45.5 ± 0.310; точить фаску 1.6×45^0; точить поверхности 3, 4 и 5, выдерживая размеры:</i>
O14	<i>7.5 ± 0.5, 12 ± 0.215, 18.5 ± 0.05, 12.3 ± 0.042, $34^0 \pm 1^0$, R1; точить поверхность 8, 9 и 10, выдерживая размеры: 7.5 ± 0.5, 12 ± 0.43,</i>
O15	<i>18.5 ± 0.05, 12.3 ± 0.043, $34^0 \pm 1^0$, R1.</i>
T16	<i>396110 Токарный трёхкулачковый патрон ГОСТ 2675 – 80; 392190 Резец токарный проходной отогнутый, сборный с механическим</i>
МК	

	4	3
--	---	---

Т12	<i>392302 Протяжка шпоночная для паза В=10мм, Р6М5 ГОСТ 18217 – 90. XXXXXX Спец. шаблон для контроля паза.</i>				
А13	<i>XX. XX. XX</i>	<i>035</i>	<i>5010</i>	<i>Отжиг</i>	<i>ИОТ № 46</i>
Б14	<i>Термическая печь</i>				
О15					
МК					

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
																4	4			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.				
А01	XX XX XX	040	Внутришлифовальная программная					ИОТ № 76												
Б02	38 1025 7	Внутришлифовальный ст-к ЧПУ 3М225ВФ2					1	16045	322	1	1	1	1	142	1					
О03	Шлифовать поверхность 16, выдерживая размер $\varnothing 35^{+0.025}$; шлифовать поверхность 1, выдерживая размер 91 ± 0.435 .																			
Т04	396110 Патрон мембранный ГОСТ 33843 – 77; 397130 Круг 1 30 63' 16' 25А F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781 – 2007;																			
Т05	393120 Калибр – пробка $\varnothing 35H7$ ГОСТ 14807 – 69; XXXXXX Спец. шаблон; 394300 Прибор комплексного контроля детали.																			
А06	XX XX XX	045	Круглошлифовальная программная					ИОТ № 76												
Б07	38 1025 7	Круглошлифовальный ст-к ЧПУ 3М151Ф2					1	16045	322	1	1	1	1	142	1					
О08	Шлифовать поверхности 3 и 5, выдерживая размеры: 7.5 ± 0.5 , 12 ± 0.215 , 18.9 ± 0.021 , 12.6 ± 0.021 , $34^0 \pm 30'$; шлифовать пов.																			
О09	8 и 10, выдерживая размеры: 7.5 ± 0.5 , 12 ± 0.215 , 18.9 ± 0.021 , 12.6 ± 0.021 , $34^0 \pm 30'$.																			
Т10	396110 Патрон цанговый ГОСТ 17200 – 71; 397130 Круг 1 350 63' 76.2' 25А F40 K6 V 40м/с 2кл ГОСТ Р 52781 – 2007;																			
Т11	XXXXXX Спец. шаблон; 394300 Прибор комплексного контроля детали.																			

<i>MK</i>	

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
A	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
A01	XX. XX. XX. 055 4131 Торцевкруглошлифовальная ИОТ ХХХ														
B02	381311 Торцевкруглошлифовальный с ЧПУ 3Т161ВФ20				1	18873	322	1	1	1	1	118	1	10	1,65
O03	Шлифовать поверхность 6 в размер $\varnothing 70 \pm 0,0095$; шлифовать поверхность 5 в размер $87,5_{-0,1}^{}$.														
T04	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; ХХХХХХ Калибр-скоба.														
A05	XX. XX. XX. 060 4132 Внутришлифовальная ИОТ ХХХ														
B06	381521 Внутришлифовальный 3К229В				1	18873	322	1	1	1	1	118	1	9	0,83
O07	Шлифовать поверхность 16 в размеры $\varnothing 82,563_{-0,006}^{+0,004}$, $7^{\circ} 7' 30'' \pm 5'$.														
T08	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; 393120 Пробка предельная.														
A09	XX. XX. XX. 065 Моечная														
B10	Проходная моечная машина														
O11	Очистить поверхности детали														

A12	<i>XX. XX. XX. 070 Контрольная</i>
B13	<i>Контрольный стол</i>
O14	<i>Контролировать 50% размеров детали</i>