

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств»
Специальность «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора
двухшнекового экструдера

Студент(ка)	Н.Е. Елисеева	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	Н.М. Бобровский	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	Л.Н. Горина	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Н.В. Зубкова	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	В.Г. Виткалов	
	(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

УДК 621.91(323)

Технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера.

В работе рассмотрены вопросы совершенствования технологического процесса изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера. Проведено усовершенствование сверлильного перехода токарной операции. Исследованы пути повышения производительности сверления актуальные в настоящий момент. На основе предложенных усовершенствований разработан оптимальный технологический процесс. Выбран экономически обоснованный вариант получения заготовки. Спроектировано станочное приспособление, а также инструмент для сверлильной операции. Произведен расчет экономической эффективности проекта. Рассмотрены вредные производственные факторы и способы их устранения.

Проект состоит из пояснительной записки, и графической части.

Содержание

Введение	6
1 Описание исходных данных	7
1.1 Анализ служебного назначения детали	7
1.2 Классификация поверхностей детали	8
1.3 Технологический контроль чертежа и конструкции детали	10
1.4 Анализ базового варианта технологического процесса	10
1.5 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса	12
2 Технологическая часть проекта	13
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса	13
2.2 Выбор метода получения заготовки	14
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	20
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки	21
2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки	22
2.6 Выбор средств технологического оснащения	26
2.7 Проектирование технологических операций	30
3. Совершенствование операций с помощью научных исследований	45
4. Проектирование приспособления	52
5. Проектирование режущего инструмента	57
6. Проектирование производственного участка	66
7. Безопасность и экологичность технического объекта	71
8. Экономическая эффективность проекта	87
Заключение	92
Литература	93
Приложения	97

Введение

Основу технологичности любого производства составляет разработка оптимального технологического процесса. Это позволяет обеспечить выпуск заданного количества изделий требуемого качества в установленные сроки с минимальными затратами.

Перед технологами стоят задачи дальнейшего развития и повышения выпуска машин, их качества, снижения трудоемкости, металлоемкости и себестоимости их изготовления, внедрения поточных методов работы, автоматизации и механизации производства, а также сокращения сроков подготовки производства новых объектов. Всегда высоко стояли задачи развития высокопроизводительных методов производства, и дальнейшего повышения точности, мощности, коэффициента полезного действия, износостойкости и других показателей работы средств производства. Это достигается за счет разработки новых технологических методов и процессов. Именно поэтому очень важно, уделять постоянное внимание совершенствованию технологического процесса. Отсюда вытекает цель дипломного проекта: проектирование техпроцесса обработки вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера и приведение его к оптимальному варианту.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

Деталь – вал-шестерня редуктора двухшнекового экструдера относится к числу ответственных деталей механизма и выполняет следующие функции: передает крутящий момент на зубчатый венец со шпоночных пазов; обеспечивает размещение зубчатых колес в редукторе; воспринимает усилия, возникающие при передаче крутящего момента и радиальных сил.

На вал-шестерню действуют силы, возникающие в зубчатых зацеплениях шестерни и установленных на валу зубчатых колесах, и разного рода центробежные силы. Под действием этих сил вал-шестерня не должен разрушиться, а межосевое расстояние зубчатой передачи не должно изменяться. Конструктором заложены высокие точностные требования к исполнительным поверхностям и базам. Исходя из этого, вытекают высокие требования к материалу детали, точности и качеству изготовления. Для обеспечения долговечности и работоспособности узла рабочие поверхности вал-шестерни должны иметь оптимальные значения шероховатости и отклонений геометрических параметров.

Вал-шестерня редуктора двухшнекового экструдера изготавливается из стали 20Х ГОСТ 4543-71. Содержание основных элементов указано в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Содержание основных элементов стали 20Х

C, %	Cr, %	Mn, %	P, %	S, %
0,17...0,23	0,7...1,0	0,5...0,8	< 0,035	< 0,035

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 20Х

σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	HRC ₉
800 (650)	11	40	56...62

Основными контрольными размерами и показателями детали являются: диаметр и отклонение формы подшипниковых шеек; диаметр и отклонение формы опорных шеек шестерен; зубчатый венец; ширина и расположение шпоночных пазов.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для определения последовательности обработки детали необходимо провести классификацию ее поверхностей, которая представлена на рисунке 1.1. К основным конструкторским базам относятся поверхности, определяющие положение вала-шестерни в коробке скоростей станка. К данным поверхностям предъявляются повышенные требования при обработке. Вспомогательные конструкторские базы – поверхности отвечают за размещение зубчатых колес. Исполнительные поверхности служат для передачи вращающего момента с шестерни на зубчатые колеса через шпоночные соединения. Классификация поверхностей детали представлена ниже.

Основными конструкторскими базами являются поверхности: 3, 11, 12, 5, Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности: 6, 8, 15, 14. Исполнительными поверхностями являются поверхности: 10, 23, 21, 25.

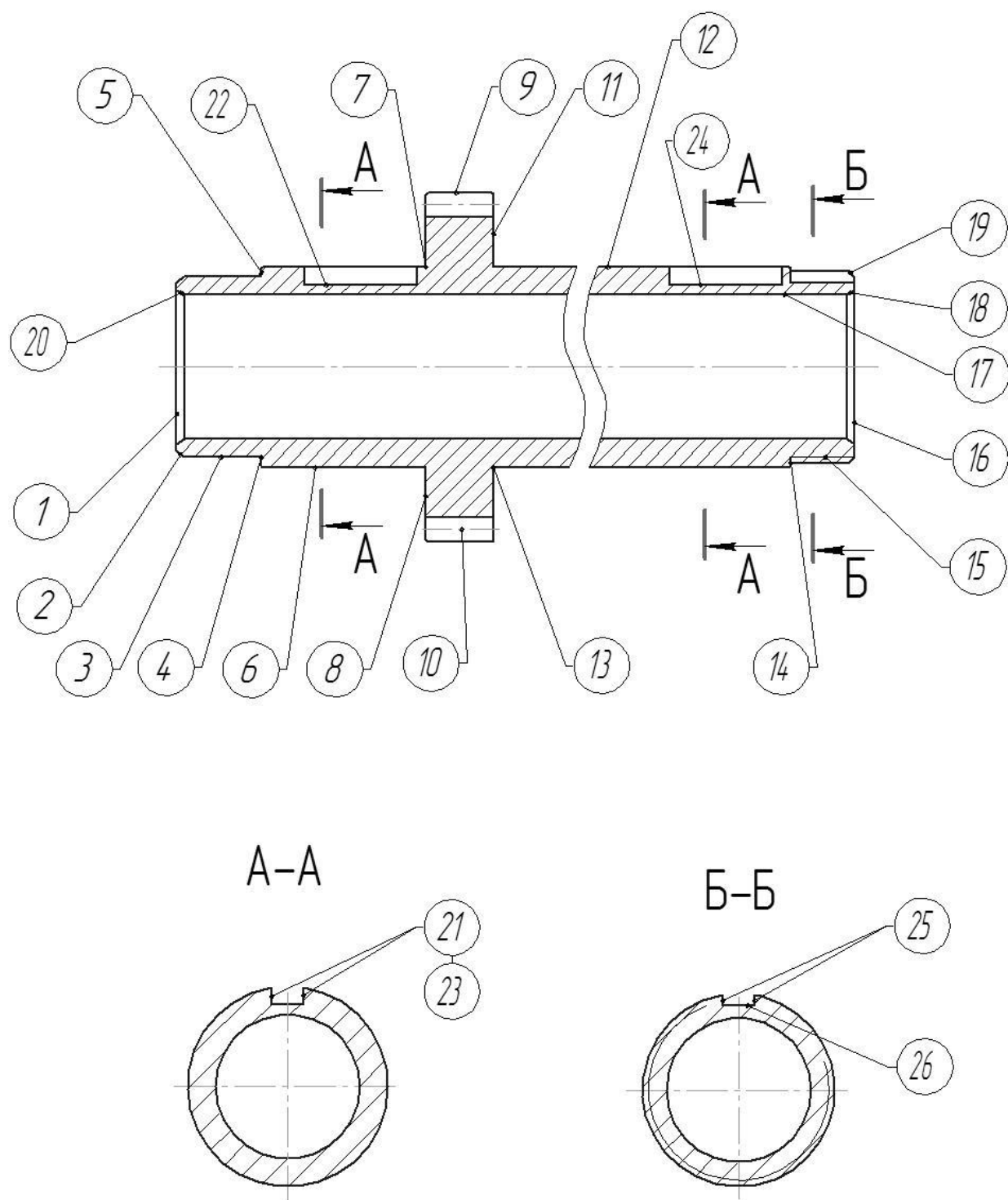


Рис. 1.1 Классификация поверхностей детали вал-шестерни редуктора двухшнекового экструдера

1.3 Технологический контроль чертежа и конструкции детали

С точки зрения механической обработки деталь не имеет поверхностей, требующих специальных методов обработки. Наружные и внутренние поверхности имеют цилиндрическую форму, что предполагает токарную обработку. Внутреннее сквозное отверстие выполняется сверлением. Зубчатый венец обрабатывается так же обычными инструментами – червячными фрезами или долбьяками. Шпоночные пазы могут обрабатываться концевой или шпоночной фрезой. Отклонения размеров выставлены с учетом технологических возможностей получения данных размеров. Основные размеры и шероховатость указаны.

Определенные трудности могут возникнуть при сверлении сквозного глубокого отверстия и фрезеровании зубчатого венца и шпоночных пазов.

1.4 Анализ базового варианта технологического процесса

000 Заготовительная. Вал-шестерню в базовом варианте получают штамповкой на молоте. Заготовка подвергается термической обработке.

010 Токарная черновая. Обтачивание на токарном станке, поверхности 1, 6, 8, 10 с припуском под чистовое обтачивание. Сверление отверстия 17. Базирование по поверхностям 11 и 12 в самоцентрирующем патроне.

020 Токарная черновая. Обтачивание на токарном станке, поверхности 11, 12, 16 с припуском под чистовое обтачивание. Сверление отверстия 17. Базирование по поверхностям 8 и 9 в самоцентрирующем патроне.

030 Токарная чистовая. Обтачивание на токарном станке, поверхностей 1, 2, 4, 7 до окончательных размеров; 3, 5, 6, 8, 10 с припуском под шлифование. Зенкерование отверстия 17. Базирование по поверхностям 11 и 12 в самоцентрирующем патроне.

040 Токарная чистовая. Обтачивание на токарном станке, поверхностей 13, 14, 16, 18 до окончательных размеров; 11, 12 с припуском под шлифование.

Нарезание резьбы 15. Базирование по поверхностям 8 и 9 в самоцентрирующем патроне.

Недостаток токарных операций низкая производительность при сверлении внутреннего отверстия.

050 Шпоночно-фрезерная. На шпоночно-фрезерном станке обрабатываются пазы 21, 22, 23, 24, 25, 26. Приспособление – тиски, базирование по поверхностям 6, 12 и торцу 11.

060 Зубофрезерная. На зубофрезерном станке фрезеруют зубчатый венец 10. Базирование в специальном приспособлении по поверхностям 11, 12 с поджимом задним центром.

Основной недостаток фрезерных операций – низкая производительность и повышенный расход инструмента в связи с неоптимальными режимами резания и конструкцией инструмента.

070 Термическая (цементация HRCЭ 56...62).

080 Центрошлифовальная. Шлифование центровых фасок 1 и 18 на центрошлифовальном станке. Специальное станочное приспособление.

090 Шлифовальная. Шлифование поверхностей 3, 6, 10 с подшлифовкой торцов 5 и 8 на круглошлифовальном станке. Базирование в центрах.

100 Шлифовальная. Шлифование поверхности 12 с подшлифовкой торца 11 на круглошлифовальном станке. Базирование в центрах.

110 Центрошлифовальная. Шлифование центровых фасок 1 и 18 на центрошлифовальном станке. Специальное станочное приспособление.

120 Шлифовальная. Шлифование поверхности 3 на круглошлифовальном станке. Базирование в центрах.

130 Полировальная. Полировать поверхности 3, 6, 12 на круглошлифовальном станке. Базирование в центрах.

140 Зубошлифовальная. Шлифование зубьев 10 на зубошлифовальном станке. Установка заготовки в центра с поводком.

Недостаток шлифовальных операций: низкая производительность и качество обработанной поверхности.

150 Моечная.

1.5 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

В работе не ставится задача коренной переработки существующей технологии, если это не диктуется существенными условиями, например, резким увеличением производственной программы, связанным с изменением типа производства и т.п. в большинстве случаев оказывается вполне достаточным рассмотреть варианты по изменению нескольких, а иногда двух – трех технологических операций. В базовом технологическом проекте изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера существует несколько операций, которые по тем или иным причинам (малопроизводительна, напряженная, не обеспечивает качество и т.д.) требует полной или частичной замены. Основные недостатки этих операций указаны в анализе базового варианта. Именно на решение этих проблем следует заострить внимание в работе.

Задачей является разработка технологического процесса изготовления детали вал-шестерня редуктора двухшнекового экструдера путем решения вышеприведенных проблем.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

На основании выданной в задании годовой программы $N_{шт} = 2000$ шт/год и массы детали $m = 1,32$ кг определим согласно рекомендаций [7] тип производства: среднесерийное.

Исходя из выбранного типа производства, определим стратегию разработки ТП, то есть принципиальный подход к определению показателей ТП. Для среднесерийного типа производства характерны следующие составляющие. Форма организации производства переменнo-поточная. Периодическое повторение партий. Техпроцесс разрабатывается на базе типового. Вид стратегии разработки ТП последовательный. Припуск на обработку незначительный. Предпочтительно использование универсального и специализированного оборудования. Расстановка оборудования с учетом характерного направления грузопотоков. Оснастка универсальная и специальная. Детальное пооперационное нормирование. Расчет режимов резания по отраслевым нормативам и эмпирическим формулам. Значительное использование достижений науки и техники.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Задача – выбрать рациональный метод получения заготовки, обеспечивающий минимальные материальные затраты.

Выбор вида и методов получения заготовки.

Поскольку производство крупносерийное и годовая программа выпуска изделия 2000 деталей в год, а так же присутствие в технологическом процессе станков с ЧПУ и полуавтоматов, то метод получения заготовки должен быть высокопроизводительным и отвечающим требованиям точности.

Учитывая вышеуказанные требования, предпочтительно использовать штампованную заготовку, поскольку контуры поковок максимально близки к контурам детали. Поковки можно получать на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) или же на кривошипных горячештамповочных прессах. Штамповка на ГКМ производительный метод – до 400 поковок в час. Штамповка на прессах в 2-3 раза производительней, чем ГКМ, а также припуски на обработку меньше чем у поковок, получаемых на ГКМ. Для окончательного выбора метода получения заготовки необходимо произвести технико-экономическое сравнение базового метода получения заготовки из проката и штамповку на КГШП.

Разработаем технологический чертёж заготовки и технологический процесс её получения на кривошипном горячештамповочном прессе.

В зависимости от характера течения металла определим класс поковки. По [5, с.23] выбираем класс Б.

В зависимости от конфигурации поковки, для поковки с вытянутой осью отнесем ее ко II группе [5, с.24].

Принимаем поковку второй группы точности для условий крупносерийного производства.

Размеры припусков устанавливаем по ГОСТ 7505 – 89. Результаты занесём в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Основные припуски на механическую обработку

Размер, мм	Припуск на сторону, мм	Допуск, мм
215	2,2	+1,0 –0,5
136	2,1	+1,0 –0,4
Ø87	2,0	+0,9 –0,4
Ø50	2,0	+0,9 –0,4
Ø36	1,9	+0,4 –0,8
17	1,9	+0,8 –0,4

При штамповке поковок, возникает опасность перегрузки. Поэтому в конечный момент штамповки части штампа не смыкаются.

Для определения толщины пояска в зависимости от площади поковки в плане используют эмпирическую формулу [5, с.27].

$$h_0 = C_0 \sqrt{F_{\text{пок.п}}},$$

где C_0 – коэффициент.

$F_{\text{пок.п}}$ – площадь поковки; $F_{\text{пок.п}} = 6504 \text{ мм}^2$

$$h_0 = 0,015 \sqrt{6504} = 1,2 \text{ мм}.$$

По [5, табл.3.2.2, с.31] исходя из толщины пояска h_0 , определим другие значения облойной канавки $l = 5 \text{ мм}$, $h = 5 \text{ мм}$, $R = 15 \text{ мм}$, $r = 0,5 \text{ мм}$, $H = 2 \text{ мм}$.

Найдём объём исходной заготовки:

$$V_{\text{заг.}} = V_{\text{п}} + V_{\text{у}} + V_0,$$

где $V_{\text{п}}$ – объём поковки.

$V_{\text{у}}$ – объём угара, определяемый в зависимости от способа нагрева.

$V_{\text{у}} = 0,8\% V_{\text{п}}$ для электронагрева.

V_0 – объём облоя при штамповке

$P_{\text{п}}$ – периметр проектируемой поковки

$$P_{\text{п}} = 286 \text{ мм}$$

$$V_0 = 2 \cdot 6 \cdot (286 + 2 \cdot 3,14 \cdot 5) = 3809 \text{ мм}^3$$

Определим объём поковки

$$V_n = 2492602 + 136582 - 51472 = 334712 \text{ мм}^3$$

$$V_y = 0,008 \cdot 334712 = 2678 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = 334712 + 2678 + 3809 = 341199 \text{ мм}^3$$

Найдём коэффициент использования материала.

$$K_M = \frac{m_d}{m_3}$$

где m_d – масса детали, $m_d = 1,32$ кг;

m_3 – масса заготовки, $m_3 = V_3 \cdot \gamma$;

где V_3 – объём заготовки;

γ – плотность стали, $\gamma = 7,85 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³;

$$m_3 = 341199 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,7 \text{ кг.}$$

$$K_M = \frac{1,32}{2,7} = 0,49.$$

Исходя из размеров поковки, определяем усилие штамповки.

Для поковки массой 2,7 кг принимаем согласно [5, с.35] КГШП с усилием 16 МН ГОСТ6809-70. Производительность 200...250 шт/ч.

Рассмотрим так же и базовый вариант метода получения заготовки – штамповку на молоте в открытые штампы.

Найдём коэффициент использования материала для данного метода по формуле .

$m_3 = 3,3$ кг по базовой технологии:

$$K_M = \frac{1,32}{3,3} = 0,4.$$

Технико-экономическое сравнение методов получения заготовки

Рассмотрим следующие два варианта, отличающиеся способом получения заготовки:

1) Базовый вариант получения заготовки штамповка на молоте.

2) Проектный вариант получения заготовки штамповкой на КГШП.

Показатели по обоим вариантам заготовки заносим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Данные для расчёта стоимости заготовки.

Наименование показателей	Вариант	
	Базовый	Проектный
Вид заготовки	штамповка на молоте	штамповка на КГШП
Класс точности	T2	T2
Группа сложности	C1	C2
Масса заготовки	4,1 кг	2,7 кг
Стоимость 1 кг заготовки, принятых за базу $C_{шт}$, руб.	44,8	64,53
Стоимость 1 кг стружки $S_{отх}$, руб.	2,1	2,1

В соответствии с вышеизложенными методическими указаниями определяем технологические себестоимости сравниваемых заготовок.

Определяем стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке по формуле [5, с.41].

$$C_{мех} = C_c + E_n + C_k,$$

где C_c - текущие затраты на 1 кг стружки, $C_c = 35,6$ руб/кг. [5, табл. 4.2, с.41].

C_k - капитальные затраты на 1 кг стружки, $C_k = 103,5$ руб/кг. [5, табл. 4.2, с.41].

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,

$$E_n = 0,33$$

$$C_{мех} = 35,6 + 0,33 * 103,5 = 56,3 \text{ руб/кг.}$$

Стоимость 1 кг заготовки, полученной ковкой на молоте будет равна стоимости заготовки принятой за базу.

$$C_{заг.} = C_{шт} k_T k_c k_B k_M k_G,$$

где $C_{шт}$ – базовая стоимость 1 кг поковки, $C_{шт} = 44,8$;

$k_T k_C k_B k_M k_T$ – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала, объема производства заготовок, $k_T = 1,0$; $k_C = 0,77$; $k_B = 1,29$; $k_M = 1,18$; $k_T = 1$ по данным [5, с.14].

$$C_{\text{заг.}} = 44,8 * 1,0 * 0,77 * 1,29 * 1,18 * 1 = 52,5 \text{руб.}$$

Стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой на КГШП определяем по формуле .

$k_T k_C k_B k_M k_T$ – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала, объема производства заготовок, $k_T = 1,0$; $k_C = 0,87$; $k_B = 1,29$; $k_M = 1,18$; $k_T = 1$ по данным [5, с.43].

$$C_{\text{заг.}} = 64,53 * 1,0 * 0,87 * 1,29 * 1,18 * 1 = 85,5 \text{руб.}$$

Далее определяем технологическую себестоимость изготовления детали по сравниваемым вариантам получения заготовок по формуле [5, с.44]:

$$C_m = C_{\text{заг}} Q + C_{\text{мех}} (Q - q) - S_{\text{отх.}} (Q - q)$$

где $C_{\text{заг}}$ - стоимость 1 кг заготовок

Q – масса заготовки

$C_{\text{мех}}$ – стоимость 1 кг отходов.

Для заготовки, полученной ковкой на молоте:

$$C_{m1} = 52,5 * 4,1 + 56,3 * (4,1 - 1,32) - 2,1 * (4,1 - 1,32) = 345 \text{руб.}$$

Для заготовки, полученной штамповкой на КГШП

$$C_{m2} = 85,5 * 2,7 + 56,3 * (2,7 - 1,32) - 2,1 * (2,7 - 1,32) = 306 \text{руб.}$$

Следовательно наиболее экономичным является вариант получения заготовки штамповкой на КГШП.

Ожидаемая годовая экономия при изготовлении детали из заготовки, полученной штамповкой на КГШП, по сравнению с изготовлением детали из поковки будет равна:

$$\Delta_r = (C_{m1} - C_{m2}) N_r,$$

где C_{m1} , C_{m2} - технологическая себестоимость изготовления деталей, полученных различными методами.

N_r – годовая программа выпуска, $N_r = 2000$ дет/год.

$$\Delta_r = (345 - 306) * 2000 = 78000 \text{руб.}$$

Делаем вывод о том, что для дальнейшей разработки следует выбирать проектный вариант – метод получения заготовки штамповкой на КГШП. При этом методе годовая экономия составляет 78000 руб.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Для каждой поверхности точности 6...12 квалитетов определим маршрут обработки, основываясь на исходных данных (точность, шероховатость) указанных в чертеже детали. Каждый метод реализуется при выполнении технологического перехода при выполнении технологического перехода входящего в определенную операцию. Результаты выбора маршрута обработки представлены в таблице 2.3 с указанием в ней номеров поверхностей, квалитетов точности, величин шероховатости и последовательности обработки. Выбранные методы являются основой для разработки технологического маршрута обработки детали.

Таблица 2.3 – Методы обработки поверхностей

Номера поверхностей	Точность, квалитет	Шероховатость, Ra, мкм	Метод обработки
3, 6, 12	6	0,4	Точение черновое, точение чистовое, шлифование, полирование.
10	7	0,8	Зубофрезерование, зубошлифование
5, 8, 9, 11	6	1,6	Точение черновое, точение чистовое, шлифование
1, 18	8	1,6	Точение черновое, точение чистовое, центрошлифование
21, 22, 23, 24, 25, 26	8	3,2	Фрезерование
1, 2, 4, 7, 13, 14, 16, 18	10	6,3	Точение черновое, точение чистовое

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Результаты расчетов припусков табличным методом приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Припуски на обработку поверхностей вала-шестерни

Наименование операции	№ обрабатываемой поверхности	Припуск на сторону, мм
Токарная черновая	1, 6, 8 - 9	1,6
Токарная черновая	11 - 12, 16	1,6
Токарная чистовая	1- 9, 17	0,3
Токарная чистовая	11, 12, 13, 14, 16, 18, 17	0,3
Шлифовальная	3, 5, 6, 8, 9	0,1
Шлифовальная	11, 12	0,1
Полировальная	3, 6, 12	0,005
Зубошлифовальная	10	0,07

Разработаем технологический чертёж заготовки и технологический процесс её получения на кривошипном горячештамповочном прессе.

2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки

Разработка технологического маршрута

Составим маршрут обработки и сведем его в таблицу 6.1.

Таблица 2.5 – Маршрут обработки вала-шестерни

Номер операции	Наименование и содержание операции	Квалитет	Шероховатость, Ra
1	2	3	4
000	<u>Заготовительная</u> (Штамповка на КГПП)	16	20
010	<u>Токарная черновая</u> Обтачивание на токарном станке, поверхности 1, 6, 8, 9 с припуском под чистовое обтачивание. Сверление отверстия 17. Базирование по поверхностям 11 и 12 в самоцентрирующем патроне.	12	12,5
020	<u>Токарная черновая</u> Обтачивание на токарном станке, поверхности 11, 12, 16 с припуском под чистовое обтачивание. Сверление отверстия 17. Базирование по поверхностям 8 и 9 в самоцентрирующем патроне.	12	12,5
030	<u>Токарная чистовая</u> Обтачивание на токарном станке, поверхностей 1, 2, 4, 7 до окончательных размеров; 3, 5, 6, 8, 9 с припуском под шлифование. Зенкерование отверстия 17. Базирование по поверхностям 11 и 12 в самоцентрирующем патроне.	10	6,3

1	2	3	4
040	<u>Токарная чистовая</u> Обтачивание на токарном станке, поверхностей 13, 14, 16, 18 до окончательных размеров; 11, 12 с припуском под шлифование. Нарезание резьбы 15. Базирование по поверхностям 8 и 9 в самоцентрирующем патроне.	10	6,3
050	<u>Шпоночно-фрезерная</u> На шпоночно-фрезерном станке обрабатываются пазы 21, 22, 23, 24, 25, 26. Приспособление – тиски, базирование по поверхностям 6, 12 и торцу 11.	8 (14)	3,2 (6,3)
060	<u>Зубофрезерная</u> На зубофрезерном станке фрезеровать зубчатый венец 10. Базирование в специальном приспособлении по поверхностям 11, 12 с поджимом задним центром.	10	6,3
070	<u>Термическая</u> Цементировать на глубину $h = 0,6 \dots 0,9$, 56...62HRC		
080	<u>Центрошлифовальная</u> Шлифование центровых фасок 1 и 18 на центрошлифовальном станке. Специальное станочное приспособление.	8	1,6
090	<u>Шлифовальная</u> Шлифование поверхностей 3, 6, 9 с подшлифовкой торцов 5 и 8 на круглошлифовальном станке. Базирование в центрах.	6 (5)	1,6 (0,8)

1	2	3	4
100	<u>Шлифовальная</u> Шлифование поверхности 12 с подшлифовкой торца 11 на круглошлифовальном станке. Базирование в центрах.	6	1,6 (0,8)
110	<u>Шлифовальная</u> Полировать поверхности 3, 6, 12 на шлифовальном станке. Базирование в центрах.	—	0,4
120	<u>Зубошлифовальная</u> Шлифование зубьев 10 на зубошлифовальном станке. Установка заготовки в центра.	7	0,8
130	<u>Моечная</u> Промывка деталей.		
140	<u>Контрольная</u>		

Разработка схем базирования

В качестве баз на операциях будут использоваться различные поверхности; причем на чистовых операциях в основном конструкторские базы.

010 Токарная черновая. Базирование по поверхностям 11 и 12 в самоцентрирующем патроне.

020 Токарная черновая. Базирование по поверхностям 8 и 9 в самоцентрирующем патроне.

030 Токарная чистовая. Базирование по поверхностям 11 и 12 в самоцентрирующем патроне.

040 Токарная чистовая. Базирование по поверхностям 8 и 9 в самоцентрирующем патроне.

050 Шпоночно-фрезерная. Приспособление – тиски, базирование по поверхностям 6, 12 и торцу 11.

060 Зубофрезерная. Базирование в специальном приспособлении по поверхностям 11, 12 с поджимом задним центром.

080 Центрошлифовальная. Базирование по цилиндрическим поверхностям 3, 12 и торцу 11. Специальное станочное приспособление.

090, 010 Шлифовальные операции. Базирование в центрах по поверхностям 1, 18.

110 Шлифовальная. Базирование в центрах по поверхностям 1, 18.

120 Зубошлифовальная. Базирование в центрах по поверхностям 1, 18.

План обработки представлен на листах графической части.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

В данном подразделе выпускной квалификационной работы проведем выбор средств технологического оснащения. Сюда относятся выбор оборудования, технологической оснастки, режущего инструмента, а также средств измерения.

Таблица 2.6 – Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование операции	Наименование и мод. станка	Наименование приспособления	Наименование инструмента	Наименование измерительных средств
1	2	3	4	5	6
010	Токарная черновая	Токарный патронный станок с ЧПУ АС16М20 Ф3	Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ 18259 - 72	Резец – вставка 16х20х20 ОСТ 2.И10.1 –83 Т5К10, сверло Ø35 Р6М5.	Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод. 197. Штангенглубиномер ШГ-II ГОСТ162-80
020	Токарная черновая	Токарный патронный станок с ЧПУ АС16М20 Ф3	Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ 18259 – 72	Резец – вставка 16х20х20 ОСТ 2.И10.1 –83 Т5К10, сверло Ø35 Р6М5.	Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод. 197. Штангенглубиномер ШГ-II ГОСТ 162-80

1	2	3	4	5	6
030	Токарная чистовая	Токарный патронный станок с ЧПУ АС16М20 Ф3	Патрон самоцентрирую щий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ 18259 - 72	Резец – вставка 16х20х20 ОСТ 2.И10.1 –83 Т15К6, резец канавочный специальный Т15К6, зенкер Ø36 Р6М5.	Штангенцирку ль с цифровым отсчетом мод. 197. Штангенглубин омер ШГ-II ГОСТ 162-80
040	Токарная чистовая	Токарный патронный станок с ЧПУ АС16М20 Ф3	Патрон самоцентрирую щий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ 18259-72	Резец – вставка 16х20х20 ОСТ 2.И10.1 –83 Т15К6, резец канавочный специальный Т15К6	Штангенциркул ь с цифровым отсчетом мод. 197. Штангенглубин омер ШГ-II ГОСТ 162-80
050	Шпоночн о- фрезерна я	Шпоночно- фрезерный 6Д92	Тиски станочные самоцентрирую щие 7200-0251 ГОСТ 21168-75	Фреза шпоночная Ø8 Р6М5 ГОСТ 9140-78	Штангенцирку ль с цифровым отсчетом мод. 197. Штангенглубин омер ШГ-II ГОСТ 162-80

1	2	3	4	5	6
060	Зубофрезерная	Зубофрезерный полуавтомат 5К310	Приспособление специальное. Центр неподвижный ГОСТ8742-75	Фреза червячная цельная Ø85 ГОСТ 9324-80 Р6М5	Микрометр тарельчатый. Универсальный прибор для контроля зубчатых колес (ЗИП-1) ТУ 2-034-544-81
080	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок МВ119	Приспособление специальное	Шлифовальная головка EW10x25 24А 25 С2 6 К А 35м/с ГОСТ2447-82	Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод. 197. Штангенглубиномер ШГ-II ГОСТ 162-80
090	Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок 3М153ДФ2	Центра ГОСТ 18259 - 72	Круг шлифовальный специальный ПП300x90x127 24А25СМ1К5	Микрометр гладкий с цифровым отсчетом мод. 123, штангенциркуль с цифровым отсчетом мод. 197.

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
100	Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок 3М153ДФ2	Центра ГОСТ 18259 - 72	Круг шлифовальный специальный ПП300х75х127 24А25СМ1К5	Микрометр гладкий с цифровым отсчетом мод. 123, штангенциркуль с цифровым отсчетом мод. 197.
110	Полировальная	Круглошлифовальный станок 3М150	Центра ГОСТ 18259 - 72	Круг войлочный, абразивная паста	Микрометр гладкий с цифровым отсчетом мод. 123
120	Зубошлифовальная	Зубошлифовальный полуавтомат 3В833	Центра ГОСТ 18259 - 72	Круг шлифовальный червячный Ø85 24А25С1К5	Прибор универсальный автоматический для поэлементного контроля мод. 27501 по ТУ2-034-362-81

2.7 Проектирование технологических операций

Структура операций

На основе составленного ранее маршрута и плана обработки составим более подробное описание техпроцесса.

000 Заготовительная

010 Токарная черновая с ЧПУ

1. Точить поверхность $\varnothing 50,8 \pm 0,13$ мм.
2. Точить поверхность $\varnothing 87,8 \pm 0,15$ мм.
3. Подрезать торец $\varnothing 50$ в размер $81,5 \pm 0,15$ мм.
4. Подрезать торец $\varnothing 87$ в размер $19,5 \pm 0,09$ мм.
5. Сверлить отверстие $\varnothing 35 \pm 0,13$ мм в размер $22 \pm 0,09$ мм.

020 Токарная черновая с ЧПУ

1. Точить поверхность $\varnothing 50,8 \pm 0,13$ мм.
2. Подрезать торец $\varnothing 50$ в размер $153,7 \pm 0,2$ мм.
3. Подрезать торец $\varnothing 87$ в размер $17,8 \pm 0,09$ мм.
4. Сверлить отверстие $\varnothing 35 \pm 0,13$ мм в размер $47 \pm 0,13$ мм.

030 Токарная чистовая с ЧПУ

1. Точить поверхность $\varnothing 50,2 \pm 0,05$ мм.
2. Точить поверхность $\varnothing 87,2 \pm 0,06$ мм.
3. Точить поверхность $\varnothing 45,2 \pm 0,05$ мм.
4. Подрезать торец $\varnothing 50$ в размер $81,2 \pm 0,06$ мм.
5. Подрезать торец $\varnothing 87$ в размер $17,5 \pm 0,04$ мм.
6. Точить канавку под выход шлифовального круга $\varnothing 49,45 \pm 0,05$ мм.

7. Точить канавку под выход шлифовального круга $\varnothing 44,45 \pm 0,05 \text{ мм}$.
8. Зенкеровать отверстие $\varnothing 36,05 \pm 0,05 \text{ мм}$.
9. Точить фаску $1,6 \times 45^\circ$.
10. Точить фаску $2 \times 30^\circ$.

040 Токарная чистовая с ЧПУ

1. Точить поверхность $\varnothing 50,2 \pm 0,05 \text{ мм}$.
2. Точить поверхность $\varnothing 47,6 \pm 0,05 \text{ мм}$.
3. Подрезать торец $\varnothing 87$ в размер $17,2 \pm 0,04 \text{ мм}$.
4. Подрезать торец $\varnothing 47,6$ в размер $153,1 \pm 0,06 \text{ мм}$.
5. Точить канавку под выход шлифовального круга $\varnothing 49,45 \pm 0,05 \text{ мм}$.
6. Точить канавку под выход резьбы $\varnothing 47,45 \pm 0,05 \text{ мм}$.
7. Нарезать резьбу $M48 \times 1,5-7g$.
8. Точить фаску $1,6 \times 45^\circ$.
9. Точить фаску $2 \times 30^\circ$.

050 Шпоночно-фрезерная

1. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры $30 \pm 0,13 \text{ мм}$, $2 \pm 0,05 \text{ мм}$, $45,5 \pm 0,13$.
2. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры $107 \pm 0,18 \text{ мм}$, $135 \pm 0,2 \text{ мм}$, $45,5 \pm 0,13 \text{ мм}$.
3. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры $137 \pm 0,2 \text{ мм}$, $45 \pm 0,13 \text{ мм}$.

060 Зубофрезерная

1. Фрезеровать зубчатый венец $\varnothing 87$ $m = 3 \text{ мм}$. $z = 27$.

070 Термическая

1. Цементировать на глубину $h = 0,6 \dots 0,9$, 56...62HRC.

080 Центрошлифовальная

1. Шлифовать центровые фаски $2 \times 30^\circ$.

090 Шлифовальная

1. Шлифовать торец и цилиндрическую поверхность в размеры $151 \pm 0,03$ мм и $\varnothing 86,9 \pm 0,02$ мм.
2. Шлифовать торец и цилиндрическую поверхность в размеры $192 \pm 0,03$ мм и $\varnothing 50,013 \pm 0,013$ мм.
3. Шлифовать цилиндрическую поверхность $\varnothing 45 \pm 0,0055$ мм.

100 Шлифовальная

1. Шлифовать торец и цилиндрическую поверхность в размеры $78 \pm 0,03$ мм и $\varnothing 50,013 \pm 0,013$ мм.

110 Полировальная

1. Полировать цилиндрические поверхности $\varnothing 45$ мм и $\varnothing 50$ мм.

120 Зубошлифовальная

1. Шлифовать зубчатый венец $\varnothing 87$ $m = 3$ мм. $z = 27$.

130 Моечная

1. Мойка деталей в моечной машине.

1. Комплексный контроль.

Расчет элементов режимов резания

Подробный расчет режимов резания проведем по следующим группам операций:

1. Точение
2. Сверление
3. Нарезание резьбы
4. Фрезерование
5. Шлифование

Расчет режимов резания на точение

Рассчитаем режимы резания для операции 020 переход 1 черновая обработка согласно рекомендациям [4].

1. Принимаем глубину резания в зависимости от припуска под обработку и напусков. Глубина резания будет равна сумме припуска на предварительную обработку и напуска.

$$t = 1,6 \text{ мм.}$$

2. Далее в зависимости от параметров технологической системы и требуемой шероховатости назначаем подачу.

$$S = S_{от} * K_{S_0}$$

где $S_{от}$ – табличное значение подачи, $S_{от} = 1,0 \text{ мм/об}$;

$$K_{S_0} = K_{п} * K_{и} * K_{м}$$

$$S = 1,0 * 0,8 * 1,0 * 1,07 = 0,85 \text{ мм/об.}$$

3. По таблицам нормативных режимов резания назначаем скорость резания. Для точения легированной стали принимаем скорость резания:

$$v = v_T \cdot K_M \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_o$$

где v_T – табличное значение скорости резания, $v_T = 149$ м/мин;

K_M – коэффициент материала заготовки, $K_M = 0,91$;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент материала инструмента, $K_{\text{и}} = 1$;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент состояния поверхности, $K_{\text{п}} = 0,85$;

K_o – коэффициент условия обработки, $K_o = 1,2$.

$$v = 149 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,2 = 138 \text{ м/мин.}$$

4. Рассчитываем частоту вращения детали по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 138}{\pi \cdot 51} = 861 \text{ об/мин.}$$

Здесь D – диаметр заготовки.

Оборудование с ЧПУ обеспечивает бесступенчатое регулирование частоты вращения заготовки и подачи. Следовательно, мы можем принять расчетные значения.

Рассчитаем режимы резания для операции 040 переход 1 чистовая обработка согласно рекомендациям [4].

1. Принимаем глубину резания в зависимости от припуска под обработку и напусков. Глубина резания будет равна припуску на обработку.

$$t = 0,3 \text{ мм.}$$

2. Далее в зависимости от параметров технологической системы и требуемой шероховатости назначаем подачу.

$$S = S_{\text{об}} \cdot K_{S_o}$$

где $S_{\text{об}}$ – табличное значение подачи, $S_{\text{об}} = 0,33$ мм/об;

$$K_{S_o} = K_{\text{п}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_M$$

$$S = 0,33 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,07 = 0,35 \text{ мм/об.}$$

3. По таблицам нормативных режимов резания назначаем скорость резания. Для точения легированной стали принимаем скорость резания:

$$v = v_T \cdot K_M \cdot K_{И} \cdot K_{П} \cdot K_0$$

где v_T – табличное значение скорости резания, $v_T = 192$ м/мин;

K_M – коэффициент материала заготовки, $K_M = 0,91$;

$K_{И}$ – коэффициент материала инструмента, $K_{И} = 1$;

$K_{П}$ – коэффициент состояния поверхности, $K_{П} = 1,0$;

K_0 – коэффициент условия обработки, $K_0 = 1,2$.

$$v = 192 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 209 \text{ м/мин.}$$

4. Рассчитываем частоту вращения детали по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 209}{\pi \cdot 50} = 1331 \text{ об/мин.}$$

Здесь D – диаметр заготовки.

Оборудование с ЧПУ обеспечивает бесступенчатое регулирование частоты вращения заготовки и подачи. Следовательно, мы можем принять расчетные значения.

Расчет режимов резания для сверления

Рассчитаем режимы резания для операции 010 переход 4 согласно рекомендациям [4].

Исходные данные:

- 1) материал заготовки – сталь 20Х $\sigma_b = 680$ МПа, твердость HB250;
- 2) диаметр обрабатываемого отверстия $\varnothing 35$;
- 3) материал сверла Р6М5.

Произведем расчет по методике изложенной в [4]

Подача:

$$S_o = S_{o,T} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sж} \cdot K_{Si} \cdot K_{Sd} \cdot K_{Sm}$$

$$S_{o,T} = 0,5 \text{ для } \varnothing 35;$$

$$K_{Sl} = 0,9 \text{ для глубины сверления } 3D \text{ мм;}$$

$$K_{Sж} = 1 \text{ для жесткой технологической системы;}$$

$K_{Si} = 1$ инструмент из стали;

$K_{Sd} = 1,0$ вид отверстия – сквозное;

$K_{Sm} = 0,91$ при обработки стали 20Х;

$S_o = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,91 = 0,36$ мм/об.

Скорость резания:

$$v = v_T \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vi} \cdot K_{Vd} \cdot K_{Vo} \cdot K_{Vl}$$

$v_T = 37$ м/мин;

$K_{Vm} = 0,91$ при обработки стали 20Х;

$K_{Vi} = 0,91$ материал инструмента Р6М5;

$K_{Vd} = 0,9$ вид отверстия – сквозное;

$K_{Vo} = 1$ зависит от условий обработки;

$K_{Vl} = 0,8$ для глубины сверления $< 5D$;

$v = 37 \cdot 0,91 \cdot 0,91 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 22$ м/мин.

Расчет режимов резания для резьбонарезания

Рассчитаем режимы резания для операции 040 переход 8 согласно рекомендациям [4].

Исходные данные:

- 1) материал заготовки – сталь 20Х $\sigma_b = 680$ МПа, твердость HB250;
- 2) нарезаемая резьба М48х1,5-7g;
- 3) материал резьбового резца Т5К10.

1. Принимаем число проходов для получения резьбы требуемого шага и точности. Согласно рекомендациям [4] принимаем 2 прохода.

2. Принимаем глубину резания в зависимости от шага резьбы и числа проходов. На первом проходе глубина резания составит $t = 1,2$ мм. А на втором $t = 0,2$ мм.

3. Подача будет равна шагу нарезаемой резьбы.

$S = 1,5$ мм.

3. По таблицам нормативных режимов резания назначаем скорость резания. Для легированной стали рассчитываем скорость резания по для чернового прохода:

$$v = 149 \cdot 0.91 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 1.2 = 106 \text{ м/мин.}$$

рассчитываем частоту вращения детали по формуле (8.4):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 106}{\pi \cdot 48} = 703 \text{ об/мин.}$$

для чистового прохода:

$$v = 132 \cdot 0.91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.2 = 144 \text{ м/мин.}$$

рассчитываем частоту вращения детали по формуле :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 144}{\pi \cdot 48} = 955 \text{ об/мин.}$$

Оборудование с ЧПУ обеспечивает бесступенчатое регулирование частоты вращения заготовки и подачи. Следовательно, мы можем принять расчетные значения.

Расчет режимов резания для фрезерования

Рассчитаем режимы резания для операции 050 согласно рекомендациям [4].

Исходные данные:

- 1) материал заготовки – сталь 20Х $\sigma_b = 680$ МПа, твердость HB250;
- 2) фрезеруется паз в размер $8 \pm 0,018$ мм;
- 3) материал фрезы P6M5.

Глубина резания: $t = 5$ мм.

Подача:

$$S_z = S_{z_T} \cdot K_{S_z}; \quad K_{S_z} = K_{S_c} \cdot K_{S_n} \cdot K_{S_R} \cdot K_{S_\phi}$$

$$S_z = 0,18 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,66 = 0,08 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания:

$$v = v_T \cdot K_v; \quad K_v = K_{v_m} \cdot K_{v_n} \cdot K_{v_d} \cdot K_{v_o} \cdot K_{v_l}$$

$$v = 35 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 18 \text{ м/мин.}$$

рассчитываем частоту вращения фрезы по формуле :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 18}{\pi \cdot 8} = 717 \text{ об/мин.}$$

$$n_{\text{ф}} = 690 \text{ об/мин, } V_{\text{ф}} = 17,3 \text{ м/мин.}$$

Расчет режимов резания для шлифования

Рассчитаем режимы резания для операции 100 переход 1.

Данную операцию выполним с продольными подачами на проход.

скорость вращения обрабатываемой заготовки: $v_3 = 62 \text{ м/мин}$;

глубина шлифования: $t = 0,1 \text{ мм}$;

частота вращения заготовки:

$$n_3 = 395 \text{ об/мин; } (8.7)$$

продольная подача: $S_B = 8,5 \text{ мм/об}$; $S_{\text{мин}} = 3358 \text{ мм/мин}$.

радиальная подача: $S_p = 0,005 \text{ мм/об}$, $S_{\text{мин}} = 1,9 \text{ мм/мин}$.

Результаты расчета режимов резания сводим в таблицу 2.7

Таблица 2.7 – Режимы резания на технологические операции

№ операции	Номер и наименование перехода	Глубина резания t, мм	Скорость резания v, м/мин	Частота вращения n, об/мин	Подача на оборот S ₀ , мм/об	Минутная подача S, мм/мин
1	2	3	4	5	6	7
010	1. Точить поверхность Ø50	1,6	138	879	0,85	747
	2 Точить поверхность Ø87	1,6	138	505	0,85	429
	3. Подрезать торец Ø50	1,6	138	879	0,81	712

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7
	4. Подрезать торец Ø87	1,6	138	505	0,81	409
	5. Сверлить Ø35	17,5	22	200	0,35	70
020	1. Точить поверхность Ø50	1,6	138	879	0,85	747
	2. Подрезать торец Ø50	1,6	138	879	0,81	712
	3. Подрезать торец Ø87	1,6	138	505	0,81	409
	4. Сверлить Ø35	17,5	22	200	0,35	70
030	1. Точить поверхность Ø50	0,3	209	1331	0,35	466
	2 Точить поверхность Ø87	0,3	209	765	0,35	268
	3. Точить поверхность Ø45	0,3	209	1331	0,35	466
	4. Подрезать торец Ø50	0,3	209	1331	0,29	386

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7
	5. Подрезать торец Ø87	0,3	209	765	0,29	222
	6. Точить канавку Ø50	–	164	1044	0,12	125
	7. Точить канавку Ø45	–	164	1161	0,12	139
	8. Зенкерование Ø36	0,4	19	168	0,65	109
040	1. Точить поверхность Ø50	0,3	209	1331	0,35	466
	2. Точить поверхность Ø48	0,3	209	1278	0,35	447
	3. Подрезать торец Ø87	0,3	209	765	0,29	222
	4. Подрезать торец Ø48	0,3	209	1278	0,29	371

Продолжение таблицы 2.7.

1	2	3	4	5	6	7
	5. Точить канавку Ø50	—	164	1044	0,12	125
	6. Точить канавку Ø48	—	164	1088	0,12	131
	7. Нарезание резьбы М48х1.5	1,2 (0,2)	106 (144)	703 (955)	1,5	1055 (1433)
050	1. Фрезерование на ширину 8мм.	—	17	691	0,16	110
060	1. Зубофрезерование Ø87	—	26	97	0,1	9,7
090	1. Шлифовать Ø87	0,1	62	395	0,008	3,3
	2. Шлифовать Ø50	0,1	62	395	0,008	3,3
	3. Шлифовать Ø45	0,1	62	395	0,008	3,3
100	1. Шлифовать Ø50	0,1	62	395	8,5	3357
110	1. Полировать торец Ø45, Ø50	—	32	204	3,6	734
120	1. Шлифовать зубья Ø87	0,1	—	220	0,04	3,75

Определение технических норм времени

Норму штучного времени на операции 010 определим по формуле [17 , с. 64],

$$T_{шт.} = T_0 + T_B + T_{т.об.} + T_{е.н.},$$

где T_0 – основное время, мин.

основное время обработки по переходам операции 010 определим по формуле.

$$T_O = \sum_{i=1}^4 T_{Oi},$$

где T_{oi} – основное время на каждом переходе.

$$T_{Oi} = \frac{L_i}{S_{Mi}}.$$

Здесь S_{mi} – минутная подача на i -ом переходе;

L_i – длина рабочего хода инструмента с учетом недовода и перебега.

Определим основное время на операцию 010 с учетом формул :

$$T_o^{05} = \frac{64}{747} + \frac{21}{429} + \frac{12}{712} + \frac{19}{409} + \frac{110}{70} = 1,77 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места и отдых рабочего берут в процентах по отношению к оперативному времени ($T_0 + T_B$). Формула будет следующей:

$$T_{шт.} = (T_0 + T_B) * \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right),$$

где α – число процентов от оперативного времени на технологическое обслуживание. $\alpha = 1,0 \dots 3,5 \%$.

$\beta = 0,8 \dots 2,5 \%$.

$\gamma = 4,0 \dots 6,0 \%$.

Вспомогательное время T_b включает в себя время на установку и снятие детали, время на изменение режима резания и смену инструмента, время на контроль детали.

T_b = принимаем по [19]

$$T_{шт}^{10} = (1,77 + 0,13) * (1 + \frac{2 + 1 + 5}{100}) = 1,91 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом определим время на остальные операции технологического процесса:

$$T_o^{10} = \frac{138}{747} + \frac{12}{712} + \frac{21}{409} + \frac{110}{70} = 1,82 \text{ мин}$$

$$T_{шт}^{20} = 2,11 \text{ мин.}$$

$$T_o^{20} = \frac{64}{466} + \frac{21}{268} + \frac{23}{466} + \frac{12}{386} + \frac{21}{222} + \frac{0,4}{125} + \frac{0,4}{139} + \frac{221}{109} = 2,42 \text{ мин}$$

$$T_{шт}^{30} = 2,56 \text{ мин.}$$

$$T_o^{25} = \frac{122}{466} + \frac{18}{447} + \frac{21}{222} + \frac{19}{371} + \frac{0,4}{125} + \frac{0,4}{131} + \frac{21}{1055} + \frac{21}{1433} = 0,49 \text{ мин}$$

$$T_{шт}^{40} = 0,63 \text{ мин.}$$

$$T_o^{50} = \frac{19 + 5 + 22 + 5 + 22}{110} = 0,67$$

$$T_{шт}^{50} = 0,96 \text{ мин.}$$

$$T_o^{35} = \frac{27}{9,7} = 2,9 \text{ мин}$$

$$T_{шт}^{60} = 3,7 \text{ мин.}$$

Определим нормы времени на шлифовальные операции.

Операция 090

$$T_o^{90} = 0,1 / 3,3 = 0,03 \text{ мин.}$$

t правки на 1 деталь равно 0,04 мин

t потерь равно 0,002 мин.

$$T_{шт} = t_{цикл} + t_{пот.},$$

$$T_{шт}^{90} = 0,03 + 0,04 + 0,002 = 0,07 \text{ мин.}$$

Операция 100

$$T_o^{55} = \frac{122}{3357} \cdot \frac{0,1}{0,05} = 0,07 \text{ мин}$$

t правки на 1 деталь равно 0,004 мин

t потерь равно 0,002 мин.

$$T_{шт}^{100} = 0,07 + 0,04 + 0,002 = 0,11 \text{ мин.}$$

Операция 110

$$T_o^{060} = \frac{23}{2785} \cdot \frac{0,1}{0,05} + \frac{43}{2785} \cdot \frac{0,1}{0,05} + \frac{122}{2785} \cdot \frac{0,1}{0,05} = 0,14 \text{ мин}$$

t потерь равно 0,003 мин.

$$T_{шт}^{60} = 0,14 + 0,002 = 0,14 \text{ мин.}$$

Операция 120

$$T_o^{65} = \frac{21}{38,5} = 0,54 \text{ мин}$$

t правки на 1 деталь равно 0,14 мин.

t потерь равно 0,006 мин.

$$T_{шт}^{65} = 0,54 + 0,14 + 0,006 = 0,69 \text{ мин.}$$

3. Совершенствование операций с помощью научных исследований

Описание ситуации

Операции 010 и 020 токарные с ЧПУ содержат переходы по сверлению сквозного отверстия вала-шестерни. Отверстие получают за несколько переходов с требуемой точностью и шероховатостью. Сверление производится на токарном станке АС16М20Ф3 с ЧПУ. Годовая программа выпуска детали - 2000 шт., что при массе детали 1,32 кг соответствует серийному производству.

Сверлильные переходы выполняются с постепенным увеличением диаметра сверления за несколько переходов. Материал заготовки сталь 20Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_b = 650$ МПа. Обрабатываемая поверхность имеет вид сквозного отверстия; диаметром 36 мм. СОЖ - 5%-ная эмульсия «Укринол-1» - подается поливом.

Обработка производится стандартным инструментом – спиральными сверлами $\varnothing 22, 35$ мм из быстрорежущей стали Р6М5 по ГОСТ 10903-77.

Для установки и закрепления заготовки в процессе обработки применяется трехкулачковый самоцентрирующий патрон. Установочными элементами приспособления являются сменные кулачки. Зажимной механизм - механизированный. Зажим и разжим заготовки осуществляется гидроприводом.

Операция разработана на базе нормативных материалов и технологических рекомендаций [14]. Поскольку эти рекомендации разработаны для типового ТП, они не учитывают особенности обработки данной детали, а также последних достижений технологической науки и практики машиностроения.

Анализ описанной ситуации

Сверлильный переход операций 010, 020 имеет ряд недостатков, основные из которых перечислены ниже:

1) Оборудование, используемое на данной операции, широкоуниверсальное и обладает высокой переналаживаемостью. Высокая стоимость данного станка по сравнению со специальным оборудованием

заставляет нас уделять большее внимание его загрузке, а вопрос максимального использования его возможностей стоит на первом месте. Максимальное число оборотов шпинделя по паспорту станка 2000об/мин. На данном переходе частота вращения и, следовательно, производительность ограничена скоростью резания $v = 23$ м/мин. При обработке $\varnothing 35$ мм частота вращения шпинделя не должна превышать 200 об/мин, что в 10 раз меньше допустимого значения. Следовательно, возможности станка используются меньше чем на 10%.

2) Попытки увеличить режимы резания с целью увеличения производительности приводят при прочих равных условиях к потере заданной точности и снижению стойкости инструмента. Одним из возможных решений этой проблемы является замена инструментального материала или его модификации.

Для снижения потерь времени, повышения производительности необходимо использовать новые технологии, новый инструмент, а также оптимизировать режимы обработки.

Таблица 3.1 – Перечень информации, просмотренной и отобранной для дальнейшей работы

Наименование	Автор	Краткое содержание	Примеч.
1	2	3	4
Вестник машиностроения 2011 №3 УДК 621.95.02	"Спиральное двухкромочное составное сверло с четырьмя направляющими ленточками" Н.Н.Евстафьев.	Сверло имеет два канала для подвода охлаждающей жидкости в зону обработки. Отвод стружки осуществляется через внутренние отверстия и стебель, представляющий собой трубку. Охлаждающая жидкость под высоким давлением ($10-20 \text{ кгс/мм}^2$) подается в пространство между наружным диаметром стебля и стенками отверстия.	Дальнейшему использованию не подлежит

1	2	3	4
Вестник машиностроения 2013 №6 УДК 621.95.02	«Спиральное М-образное сверло.» В.С.Лукьянов.	Спиральное М-образное сверло с внутренним отводом стружки имеет две главные режущие кромки. Для спокойной работы сверла необходимо обеспечить форму стружки в виде мелких завитых спиралей (это касается всех сверл для глубокого сверления). Для этой цели на кромках сверла делают стружкоразделительные канавки. Это сверло дает правильное и точное отверстие, особенно если заточка произведена правильно и длина режущих кромок одинакова.	Дальнейшему использованию подлежит
Вестник машиностроения 2014 №9 УДК 621.95.02	"Шнековое сверло". Л.В.Худобин	Это сверло имеет очень крутые винтовые канавки с $\omega = 50-65^\circ$ и измененную форму стружечных канавок по сравнению со стандартными спиральными сверлами. Такой инструмент хорошо выводит стружку из зоны резания и позволяет сверлить глубокие отверстия.	Дальнейшему использованию подлежит

1	2	3	4
Вестник машиностроения 2012 №12 УДК 621.95.02	«Сверло с усиленной сердцевиной». В.В.Курченко	Профиль канавки отличается от профиля канавки спирального сверла, ее обрабатывают дисковой пазовой фрезой с закругленными уголками. Благодаря такому профилю канавки и большому углу наклона канавок $\omega = 40-45^\circ$ повышается жесткость и прочность сверла.	Дальнейшему использованию подлежит
Патент 621.951.35 (088.8) 2011г.	"Сверло с внутренним подводом СОЖ". В.А.Ржецкий, И.А.Шарафеев.	Повышение производительности достигается тем, что в канал для транспортировки стружки подается пульсирующий поток смазочно-охлаждающей жидкости, перемещающийся поэтапно и по частям из обработанного отверстия, что облегчает транспортировку стружки из зоны резания.	Дальнейшему использованию не подлежит
Патент 621.951.45 (088.8) 2015г.	"Сверло с особой подточкой" П.В.Дубровский	Направление стружечных канавок противоположно направлению резания на всей длине рабочей части, на передних поверхностях перьев сверла выполнена подточка, при этом угол, создаваемый этой подточкой, минимален на периферии	Дальнейшему использованию не подлежит

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4
Патент 621.951.15 2013г.	«Сверло спиральное». В.Н.Гусев	Сущность метода состоит в том, чтобы повысить производительность обработки за счет вибрации инструмента и импульса давления в смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).	Дальнейш ему использов анию подлежит
Вестник машиностроен ия 2015 №5 УДК 621.95.02	«Сверло спиральное». В.С.Юганов.	Спиральное сверло состоит из стружкоотводящих канавок, ленточек и спинок. На поверхности стружкоотводящей канавки выполнен рельеф в виде выступов и впадин. Выступ в поперечном его сечении имеет сферическую форму. Благодаря такому рельефу канавок, стружка лучше выводится из зоны обработки.	Дальнейш ему использов анию не подлежит

Выбор конкретного технического решения

Изучив и проанализировав сущность отобранной документации по сведениям, содержащимся в графе 3 таблицы 8.1, выясняем, что для повышения стойкости сверла наиболее близким и благоприятным для выше описанной ситуации (см. п. 8.1), а также наиболее соответствующим идее обобщенного технического решения, является применение специального сверла (рис.8.1), наложение на инструмент колебаний, а также подача СОЖ с импульсом, что в свою очередь увеличит производительность данной операции.

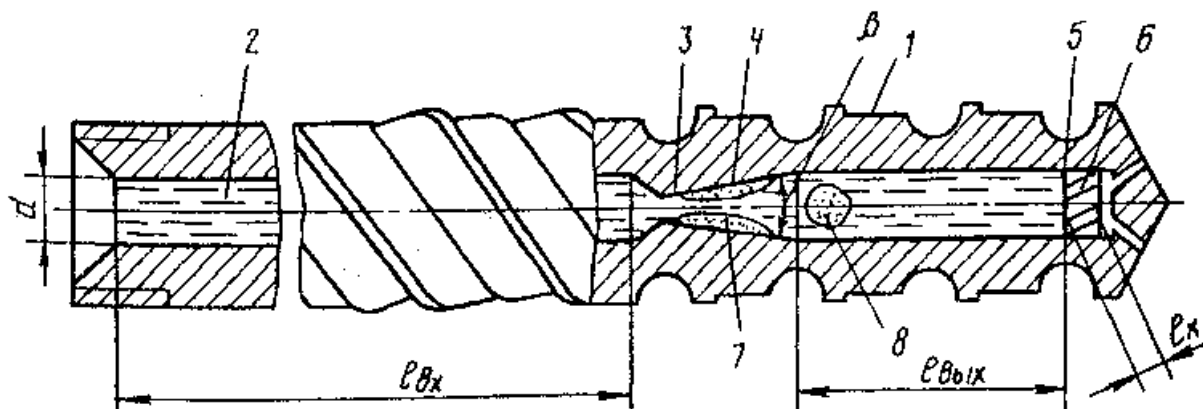


Рис. 3.1 – Усовершенствованное спиральное сверло

Описание выбранного инструмента

Эффективность охлаждения смазочно-охлаждающей жидкости в большей мере зависит от способа подачи ее в зону резания и предварительной подготовки. Например, охлаждение распыленной эмульсией, струйно-напорное внезонное охлаждение жидкостью при низкой температуре существенно улучшают тепловой режим при обработке резанием. Перспективным способом повышения эффективности охлаждения также является возбуждение колебаний в струе СОЖ.

Известно, что при взаимодействии твердой теплопередающей стенки с омывающим ее потоком СОЖ образуется пограничный слой, являющийся основным сопротивлением для теплопередачи. Очевидно, что чем больше толщина пограничного слоя и ниже теплопроводность жидкости, тем меньше теплопередача. Следовательно, интенсификация теплообмена может быть достигнута благодаря уменьшению толщины срезаемого слоя или полному его разрушению. С точки зрения теплообмена, наивыгоднейшим гидродинамическим режимом является турбулентный, возникновению которого должны способствовать колебания в потоке СОЖ.

Сущность метода состоит в том, чтобы повысить производительность обработки за счет вибрации инструмента и импульса давления в смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). В канал 2 корпуса 1 подается СОЖ. В части канала 2 в виде сужающе-расширяющегося участка 3 образуется кавитационная полость 7, причем часть 8 полости 7 переносится в кони-

ческий участок 4, где схлопывается, вызывая импульс давления СОЖ и колебания корпуса 1. Для обеспечения заданных режимов резания каналов 2 и 6 отверстия в дросселирующей шайбе 5 выбраны из соотношения площадей длин и коэффициентов расхода поперечных сечений каналов.

Благодаря возбуждению колебаний в струе СОЖ ее охлаждающие свойства увеличиваются в 1,1-1,4 раза, что в свою очередь повышает в 1,6-1,8 раза стойкость инструмента.

Так как на инструмент были наложены колебания, то процесс резания стал прерывистым. При таком процессе возможно появление такого явления как приваривание (адгезии) стружки к передней поверхности инструмента, которое оказывает существенное влияние на его работоспособность.

В качестве эффективной смазки при обработке может быть рекомендована добавка в СОЖ масла ИС20, которое позволяет стабилизировать тепловой режим работы, частично или полностью устранить явления приваривания стружки к инструменту и уменьшить силы резания.

4. Проектирование приспособления

Вид материала заготовки: штамповка, легированная сталь 20Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 680 \text{ МПа}$.

Материал и геометрия режущей части резец - резец сборный со сменной трехгранной пластиной Т5К10; $\varphi = 60^\circ$; $\gamma = -2^\circ$; $\lambda = 0^\circ$.

Режимы резания:

- глубина резания: $t = 1,6 \text{ мм}$;

- подача: $s = 0,85 \text{ мм/об}$;

Скорость резания, $v = 138 \text{ м/мин}$.

Тип приспособления - одноместное универсальное наладочное со сменными кулачками.

Металлорежущий станок - токарно-винторезный с ЧПУ АС16М20ФЗ.

Рассчитаем силы резания

$$P_{z,y} = 10 * C_p * t^X * S^Y * V^n * K_p$$

$$P_z = 2933 \text{ Н}; P_y = 758 \text{ Н}.$$

Суммарный крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремится повернуть заготовку в кулачках и равен:

$$M_{PPZ} = \frac{P_z \cdot d_0}{2}$$

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима:

$$M_{3Pz} = \frac{T \cdot d_3}{2} = \frac{W \cdot f \cdot d_3}{2}$$

$$W_{Pz} = \frac{P_z \cdot k \cdot d_0}{f \cdot d_3}$$

$$W_{Pz} = \frac{1,8 \cdot 2933 \cdot 51}{0,3 \cdot 87} = 10316 \text{ Н}.$$

Сила P_y стремится вывернуть заготовку из кулачков относительно оси кулачков, создавая момент от силы зажима:

$$M_{Py} = P_y \cdot l$$

Данному моменту препятствует момент от силы зажима:

$$M_3 = \frac{2}{3} T \cdot d_3 = \frac{2}{3} W \cdot f \cdot d_3$$

Необходимая сила зажима:

$$W_{Py} = \frac{1,5 \cdot k \cdot Py \cdot l}{0,3 \cdot 87} = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 758 \cdot 136}{0,3 \cdot 87} = 14930 \text{ Н.}$$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l_K}{H_K} \cdot f_1 \right)}$$

$$W_1 = \frac{14930}{1 - \left(\frac{3 \cdot 55}{75} \cdot 0,1 \right)} = 19141 \text{ Н.}$$

Расчёт зажимного механизма

В качестве механизма зажима рассчитаем усилие Q, оно создается силовым приводом, увеличивается зажимным механизмом и передается постоянному кулачку:

$$Q = \frac{W}{i_C}$$

где: i_C - передаточное отношение

$$i_{c.p.m.} = A/B$$

где: А и В – плечи рычага. Для проектируемой конструкции примем $i=2$.

Тогда:

$$Q = \frac{19141}{2} = 9571 \text{ Н}$$

Диаметр патрона определяется:

$$D_{\Pi} = d_3 + 2H_K = 87 + 2 \cdot 75 \approx 240 \text{ мм.}$$

Диаметр поршня гидравлического цилиндра зажима:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}$$

где: Р - избыточное давление масла, примем равным 2,5МПа. В конструкцию токарного станка с ЧПУ АС16М20Ф3 можно встроить силовой привод диаметром поршня не более 150 мм.

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{9571}{2.5}} = 69,9 \text{ принимаем } D = 70 \text{ мм.}$$

Свободный ход кулачков: $S_w = 5 \text{ мм.}$

Ход поршня гидроцилиндра: $S_Q = 20 \text{ мм.}$

Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

Погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon_Y = \sqrt{\varepsilon_B + \varepsilon_3 + \varepsilon_{PP}}$$

где ε_B - погрешность базирования, равная при данной схеме закрепления нулю, так как измерительная база используется в качестве технологической;

ε_3 - погрешность закрепления – это смещение измерительной базы под действием силы зажима, в данном примере $\varepsilon_3 \approx 0$.

ε_{PP} - погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

На рисунке 10.1 представлена размерная схема патрона с рычажным зажимным механизмом.

$$\varepsilon_Y = \frac{\omega_{\Delta\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}$$

где $\omega_{\Delta\Delta}$ – колебание замыкающего размера $\Delta\Delta$;

Δ_1, Δ_3 – погрешности, возникающие, вследствие неточности изготовления размеров A_1 и A_3 ($\Delta_1 = T_{A1}, \Delta_3 = T_{A3}$);

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_6$ – погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях;

Δ_5 – погрешность, появляющаяся из-за неточности изготовления плеч рычага. Как правило, эта погрешность исчезает при протачивании кулачков.

Следовательно, $\Delta_5 = 0$.

$$\Delta_1=0,025\text{мм}, \Delta_2= 0,015\text{мм}, \Delta_3=0,01\text{мм}, \Delta_4=0,021\text{мм}, \Delta_5=0, \Delta_6=0,018 \text{ мм}.$$

$$\varepsilon_Y = \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,01^2 + 0,021^2 + 0,17^2 + 0,018^2} = 0,05 \text{ мм}.$$

Погрешность установки не должна превышать величин: для черновой обработки - $\varepsilon_Y^{доп} = Z_{\min}^{\text{чист}}$ ($Z_{\min}^{\text{чист}}$ – минимальный припуск на чистовую обработку);

$$\varepsilon_Y^{доп} = Z_{\min} = 0,16 \text{ мм}.$$

Точность составляющих размерной цепи оставляем равной 7 квалитету, так как

$$\varepsilon_Y^{\text{расч}} < \varepsilon_Y^{\text{доп}}.$$

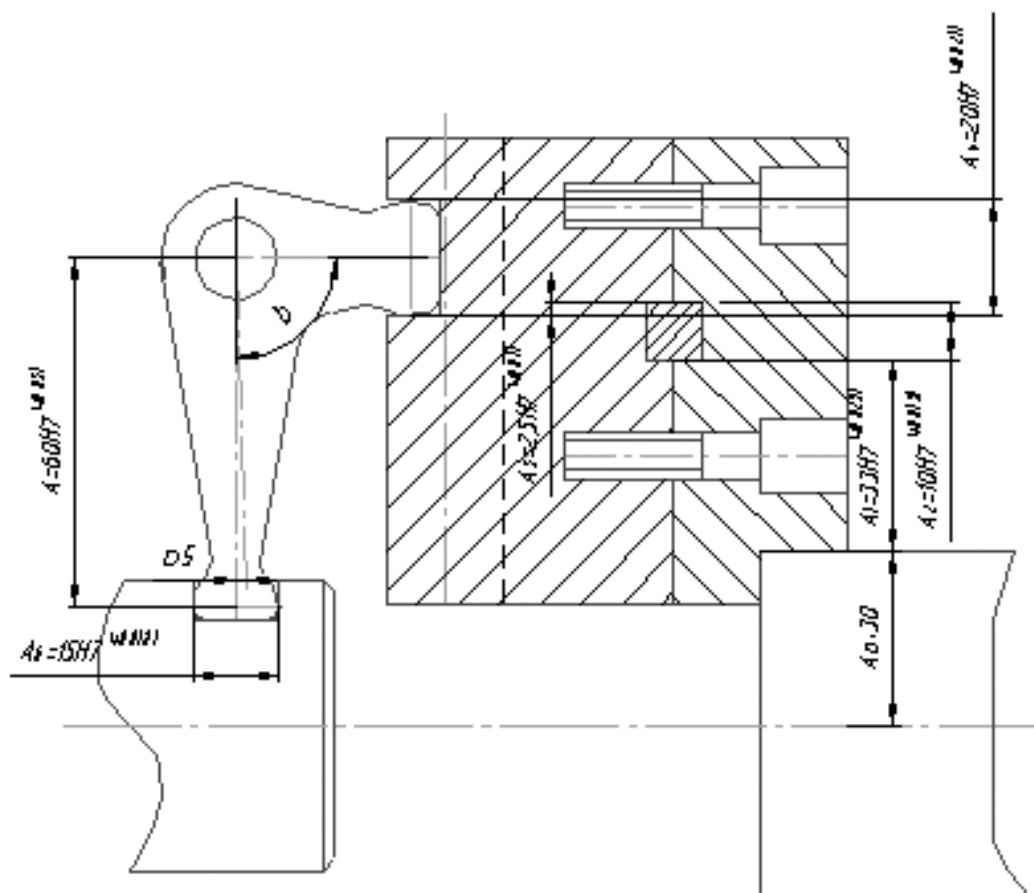


Рис. 4.1 Схема расчета погрешностей патрона

Описание принципа работы приспособления

Данное приспособление работает следующим образом: рабочая жидкость через отверстие в муфте силового привода по каналу попадает в правую рабочую часть гидроцилиндра, что вызывает перемещение поршня влево. Это перемещение с помощью жесткого стержня - тяги передается зажимному механизму, что приводит к перемещению кулачков вниз - разжиму заготовки; рабочая жидкость через отверстия в муфте силового привода по каналу попадает в левую рабочую часть гидроцилиндра, что вызывает перемещение поршня вправо. Это перемещение с помощью жесткого стержня - тяги передается зажимному механизму, что приводит к перемещению кулачков вверх - зажиму заготовки.

5. Проектирование режущего инструмента

Одной из трудоемких операций проектируемого техпроцесса являются операции 010 и 020 токарные с ЧПУ, которые содержат переходы по сверлению сквозного отверстия вала-шестерни. Отверстие получают за несколько переходов с требуемой точностью и шероховатостью. Сверление производится на токарном станке AC16M20Ф3 с ЧПУ. Отверстие выполняется за два перехода. Сначала сверлится предварительное отверстие $\varnothing 22\text{мм}$, затем рассверливается окончательное отверстие $\varnothing 35\text{мм}$.

На основании проведенных научных и патентных исследований спроектируем усовершенствованную конструкцию сверла, обеспечивающую повышенную производительность. С целью сокращения числа переходов объединим два сверла $\varnothing 22$ и $\varnothing 35$ в одно комбинированное сверло.

В качестве основных изменений конструкции сверла остановимся на усовершенствованиях описанных в п.9.4 и п.9.5 дипломного проекта. Так как рассверливание отверстия $\varnothing 35$ происходит в более благоприятных условиях, усовершенствовать будем часть подверженную наибольшим нагрузкам, то есть предназначенную для сверления $\varnothing 22$. Для количественной оценки предлагаемых усовершенствований введем коэффициент скорости резания $K_{V_{\text{ус}}}$. Согласно, вышеизложенным рекомендациям его величина составит 1,8.

Определение режимов резания

Так как проектируется комбинированный инструмент, будем вести расчет одновременно для двух режущих элементов сверла.

Глубина резания на рассверливаемое отверстие:

$$t = \frac{D - d}{2}$$

где d – диаметр предварительно рассверленного отверстия.

$$t_1 = \frac{D_1}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ мм}$$

$$t_2 = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{32 - 22}{2} = 5 \text{ мм}$$

Подачу s выбираем по [15 с.277 табл.25]. Для рассверливания подачу следует увеличить в 2 раза.

$$s_1 = 0,36 \text{ мм/об}; s_2 = 0,54 \text{ мм/об}.$$

Так как обе режущие части работают синхронно, при назначении режимов резания будем выбирать наименьшие значения подачи и скорости резания из возможных двух. Следовательно, результирующая подача составит:

$$s_p = 0,36 \text{ мм/об}.$$

Скорость резания определим по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v \cdot K_{Vyc}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Значения находим в [15, с.262-280].

$$v_1 = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 22^{0.4}}{50^{0.5} \cdot 11^0 \cdot 0.36^{0.2}} \cdot 0.63 \cdot 1 \cdot 0.75 \cdot 1.8 = 4.9 \text{ м/мин}.$$

$$v_2 = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{16,2 \cdot 32^{0.4}}{50^{0.5} \cdot 5^{0.2} \cdot 0.36^{0.5}} \cdot 0.63 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 7.2 \text{ м/мин}.$$

Как и было отмечено ранее, часть, предназначенная для рассверливания отверстия $\varnothing 35$, не нуждается в усовершенствовании. Не смотря на то, что часть $\varnothing 22$ работает со скоростью в 1,8 раз больше рекомендованной все равно она меньше, рекомендуемой для рассверливания $\varnothing 35$.

Определим значение крутящего момента по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов найдем в [15, с.264] тогда.

$$M_{кр1} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 22^2 \cdot 11^0 \cdot 0.36^{0.8} \cdot 1.1 = 81 \text{ Н/м}.$$

$$M_{кр2} = 10 \cdot 0.09 \cdot 32^1 \cdot 5^{0.9} \cdot 0.36^{0.8} \cdot 1.1 = 60 \text{ Н/м}.$$

значение осевой силы:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов находим в [15, с.281, табл.32].

$$P_{01} = 10 \cdot 68 \cdot 22^1 \cdot 11^0 \cdot 0.36^{0.7} \cdot 1.1 = 8048 \text{ Н};$$

$$P_{02} = 10 \cdot 67 \cdot 32^0 \cdot 5^{1.2} \cdot 0.36^{0.65} \cdot 1.1 = 2617 \text{ Н}.$$

Расчет конструктивных параметров сверла

Выбираем материал режущей части сверла по [15, с.115, табл.2].

Для режущей части принимаем сталь Р6М5 с пределом прочности $\sigma_B = 2500 \text{ МПа}$. Для хвостовой части сталь 45.

В качестве базовой конструкции принимаем специализированное сверло с отверстиями для охлаждения и коническим хвостовиком согласно ТУ 2-035-447-76.

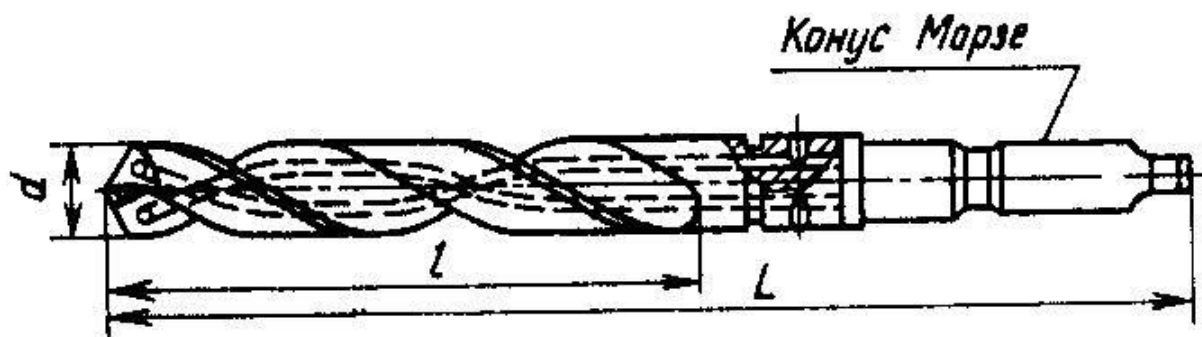


Рис. 5.1 Специализированное спиральное сверло ТУ 2-035-447-76.

Рассчитаем передний угол:

$$\gamma = C \cdot \left(\frac{\sigma_B}{1000} \right)^x$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = 11 \cdot \left(\frac{850}{1000} \right)^{-1} = 13^\circ$$

Выберем конструктивные параметры:

Для стали 20Х с $\sigma_B = 650\text{МПа}$ принимаем угол режущей части $2\varphi = 118^\circ$,
а угол наклона перемычки $\psi = 55^\circ$.

Ширину перемычки рассчитаем по формуле:

$$m = (0,1 \dots 0,2)D$$

где D – диаметр сверла.

$$m = 0,1 \cdot 22 = 2,2\text{ мм.}$$

Для станков с ЧПУ принимаем форму заточки режущей части по ОСТ 2 И20-1-80 (рис. 5.2) обеспечивающую повышенную точность центрирования заходного отверстия. Для $\varnothing 22$ принимаем радиус подточки $r = P = 1,6\text{ мм}$.

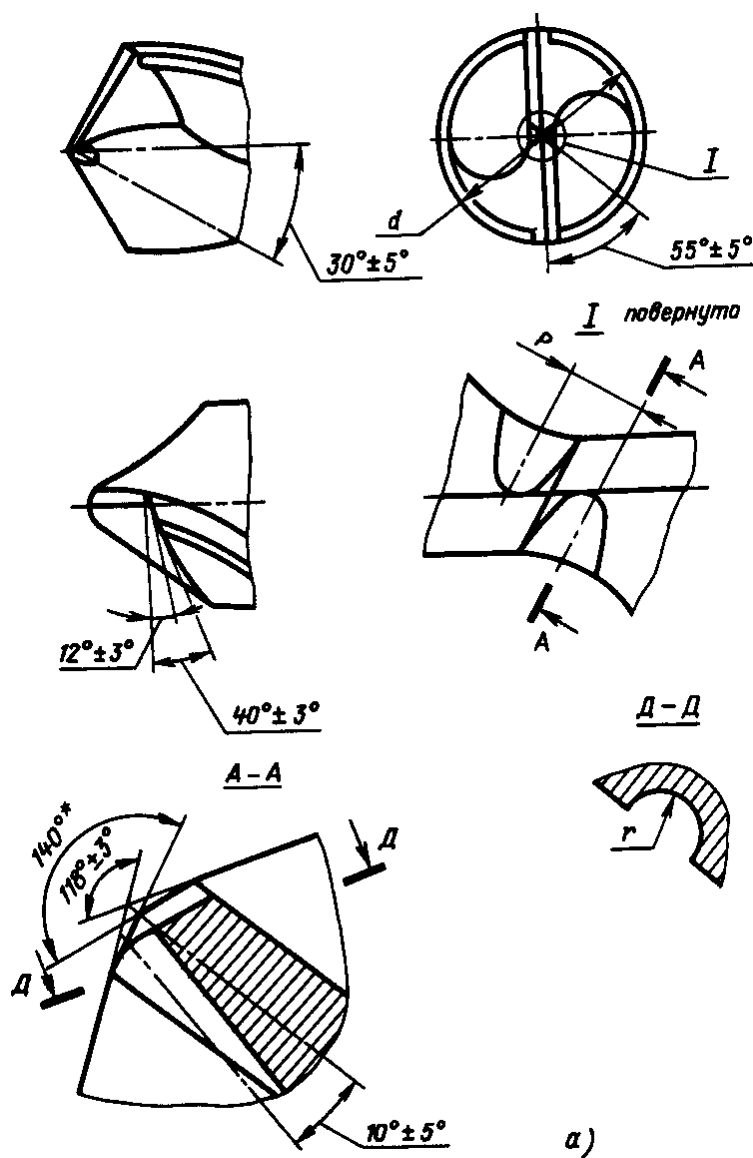


Рис.5.2 Параметры заточки режущей части сверла

Толщину d_0 сердцевины сверла в зависимости от диаметра D выбирают в следующих пределах:

D , мм	0,25 – 1,25	1,5 – 12,0	13,0 – 80,0
d_0 , мм	$(0,28 \dots 0,20) \cdot D$	$(0,19 \dots 0,15) \cdot D$	$(0,14 \dots 0,25) \cdot D$

Для нашего сверла с учетом канала для подвода СОЖ диаметр составит:

$$d_{01} = 0,3 \cdot D_1 = 0,3 \cdot 22 = 6,6 \text{ мм.}$$

$$d_{02} = 0,25 \cdot D_2 = 0,25 \cdot 32 = 8 \text{ мм.}$$

Длина режущей части сверла выбирается исходя из глубины обрабатываемого отверстия с запасом 10...20мм: $l_{p1} = 20 \text{ мм}$; $l_{p2} = 110 + 10 = 120 \text{ мм}$;

$$l_p = l_{p1} + l_{p2} = 140 \text{ мм.}$$

Рассчитаем ширину ленточки по формуле:

$$f = (0,04 \dots 0,06) \cdot D$$

$$f_1 = 0,05 \cdot 22 \approx 1 \text{ мм};$$

$$f_2 = 0,05 \cdot 32 \approx 1,5 \text{ мм.}$$

Средний диаметр режущей кромки определим по формуле:

$$d_{cp} = 0,5(D + d_0)$$

где D – диаметр сверла.

$$d_{cp1} = 0,5(D_1 + d_{01}) = 0,5 \cdot (22 + 6,6) = 14,3 \text{ мм};$$

$$d_{cp2} = 0,5(D_2 + d_{01}) = 0,5 \cdot (32 + 22) = 27 \text{ мм.}$$

Значение переднего угла на среднем диаметре:

$$\text{tg}(\gamma_{cp}) = \frac{d_{cp}}{D} \cdot \frac{\text{tg}(\omega)}{\sin(\varphi)} - \frac{m \cdot \cos(\varphi)}{\sqrt{d_{cp}^2 - m^2}}$$

где ω – угол подъема винтовой канавки.

Значение ‘ ω ’ найдем, преобразуя формулу (11.10):

$$\text{tg}(\omega) = \frac{D \cdot \sin(\varphi)}{d_{cp}} \cdot \left[\text{tg}(\gamma) + \frac{m \cdot \cos(\varphi)}{\sqrt{d_{cp}^2 - m^2}} \right]$$

$$tg(\omega_1) = \frac{22 \cdot \sin(118^\circ)}{14,3} \cdot \left[tg(13^\circ) + \frac{2,2 \cdot \cos(118^\circ)}{\sqrt{14,3^2 - 2,2^2}} \right] = 0,41$$

Определим значения передних углов на различных точках диаметра.

диаметры в разных точках определяются по формуле:

$$d_i = d_0 + \frac{D - d_0}{n} \cdot i$$

где n – количество принятых расчетных точек, $n = 5$;

i – величина принимающая значения от нуля до n .

Значения передних углов определим по формуле:

$$\gamma_{d_i} = \arctg \left(\frac{d_{cp}}{D} \cdot \frac{tg(\omega)}{\sin(\varphi)} - \frac{m \cdot \cos(\varphi)}{\sqrt{d_i^2 - m^2}} \right)$$

Полученные данные сводим в таблицу 11.1. и строим график γ_d (рис. 5.3).

Таблица 11.1 – Значения передних углов

d_i	6,6	9,2	11,7	14,3	16,9	19,4	22
γ_{d_i}	$7,3^\circ$	$10,4^\circ$	12°	13°	$13,7^\circ$	$14,2^\circ$	$14,5^\circ$

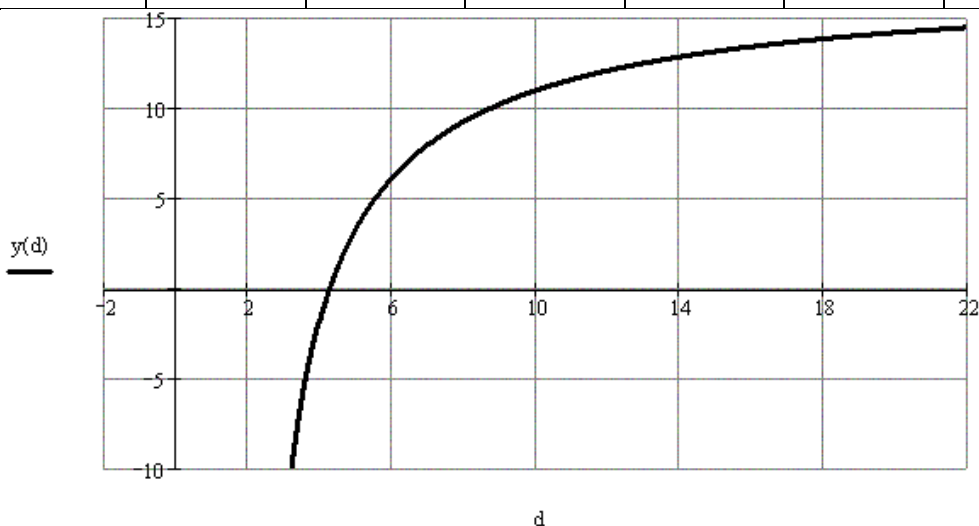


Рис. 5.3 Значение переднего угла γ в зависимости от диаметра d режущей кромки.

Шаг винтовой канавки рассчитывается по следующей формуле:

$$H = \pi \cdot D \cdot \operatorname{ctg}(\omega)$$

$$H_1 = 168,5 \text{ мм};$$

$$H_2 = 245 \text{ мм}.$$

Обратная конусность сверла определяется исходя из диаметра D на 100мм длины режущей части:

D, мм	1 – 6	6 – 18	≥18
δ, мм	0,03...0,07	0,04 ... 0,08	0,05...0,10

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,1 \text{ мм}.$$

Расчет хвостовика осевого инструмента

Момент трения между хвостовиком и втулкой:

$$M_{\text{тр}} = \frac{f \cdot P_0 \cdot (d_1 + d_2)}{4 \sin \theta} \cdot (1 - 0,4 \Delta \theta)$$

$$M_{\text{ср}} = 3 \cdot M_{\text{кр}}.$$

При работе сверла режущие части будут работать одновременно, т.е. рассверливание отверстия Ø35 будет происходить совместно со сверлением Ø22. В данном случае при выборе хвостовика будем учитывать суммарные значения крутящего момента и осевой силы.

$$M_{\text{ср}} = 3 \cdot (M_{\text{кр}1} + M_{\text{кр}2}) = 3 \cdot (81 + 60) = 486 \text{ Н/м}.$$

$$P_0 = P_{01} + P_{02} = 8048 + 2617 = 10665 \text{ Н}.$$

Рассчитаем средний диаметр конуса хвостовика:

$$d_{\text{ср}}^{\text{хв}} = \frac{2 \cdot M_{\text{ср}} \cdot \sin \theta}{f \cdot P_0 \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)}$$

где $M_{\text{ср}}$ – момент сил сопротивления резанию; $M_{\text{ср}} = 486 \text{ Н/м}$;

P_0 – осевая сила; $P_0 = 10665 \text{ Н}$;

$f = 0,1$;

θ – половина угла конуса; $\theta = 1^\circ 26' 16''$;

$\Delta \theta$ – отклонение угла конуса ($5'$).

$$d_{cp}^{xb} = \frac{2 \cdot 486 \cdot \sin(1^{\circ}26'16'')}{0.1 \cdot 10665 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 28,5 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 25557–82 выбираем ближайший больший конус Морзе №4 с резьбовым отверстием в хвостовой части и следующими параметрами: $D = 31,256$; $D_1 = 31,6$; $l = 124$; $l_1 = 109$; $a = 6,5$.

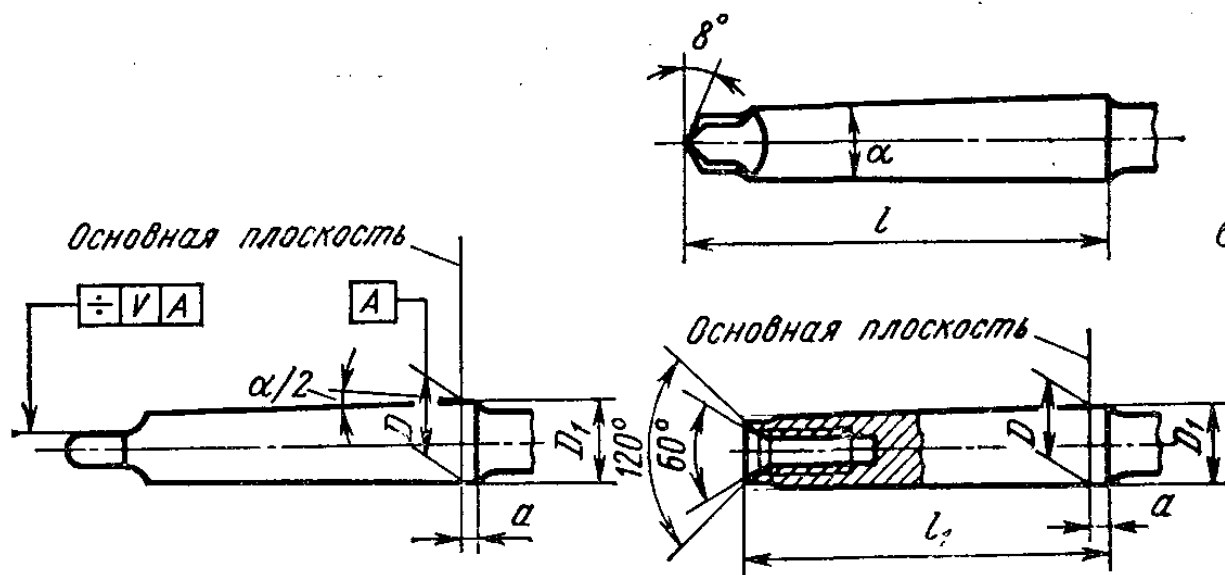


Рис. 5.4 – Основные параметры хвостовика сверла

Силовой расчет инструмента

Определяем напряжение в режущей части инструмента по следующей формуле:

$$\sigma_k = \frac{1,73 \cdot M_{кр}}{W_C}$$

где W_C – момент сопротивления, м^3 .

Приблизленно момент сопротивления равен:

$$W_C = \frac{D^3}{25}$$

где W_C – момент сопротивления, м^3 .

$$W_C = \frac{0,022^3}{25} = 0,43 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$\sigma_k = \frac{1,73 \cdot 81}{0,43 \cdot 10^{-6}} = 329 \text{ МПа}$$

Условие прочности:

$$\sigma_k \leq \frac{\sigma_B}{k_3}$$

где σ_B – предел прочности материала режущей части, МПа;

$$\sigma_B = 2500 \text{ МПа};$$

k_3 – коэффициент запаса (1,5...2); $k = 2$.

$$329 \leq 1250$$

Условие прочности выполняется.

Определение длины сверла

Диаметр шейки d определяется по формуле:

$$d = D - 1,0$$

$$d_1 = 22 - 1,0 = 21 \text{ мм};$$

$$d_2 = 35 - 1 = 34 \text{ мм};$$

Общая длина сверла с учетом пояска для подвода смазочно-охлаждающей жидкости составит:

$$L = l_p + l_{u1} + l_{u2} + l_{жс} + l_x$$

$$L = 140 + 5 + 10 + 30 + 109 = 294 \text{ мм}.$$

6. Проектирование производственного участка

Для машиностроительного производства обычно выбираются в качестве основных производственных зданий одноэтажные здания с конструктивной схемой с полным каркасом (учитывается тип цеха).

Размеры здания определяются на основе единой модульной системы (ЕМС) и инструкции СНИП ПА.4.

Так как в цехе имеются в наличии кран-балки, ширина пролетов 18 м, а высота – 8,4 м. Шаг средних колонн – 12 м, а шаг крайних колонн 6 м.

Максимальная ширина секции принимается равной 144 м.

Основную сетку колонн принимаем 12×18 м.

Расчет участка проводим по методике, согласно чему расчет включает проектную часть, где уточняем номенклатуру и трудоемкость обрабатываемых изделий, определяем необходимое количество оборудования и рабочих основного состава, а также длительность производственного цикла, для проектного и базового вариантов. Функционирование и работу участка описываем в организационной части раздела.

Трудоемкость изготовления деталей по:

$$T_{\text{год.пр.}} = \frac{\sum t_{\text{шт}} \cdot N_{\text{зап}} \cdot K_{\text{уж}}}{60 \cdot K_{\text{пл.пер}}}$$

где $\sum t_{\text{шт}}$ – суммарное штучное время изготовления деталей, мин;

$$K_{\text{уж}} = 0,9;$$

$K_{\text{пл.пер.}}$ – коэффициент планового перевыполнения норм выработки, $K_{\text{пл.пер}} = 1,1$.

По формуле вычисляем трудоемкость изготовления всех деталей. На операции № 010 – токарной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 1,91 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 52 \text{ ч.}$$

операции № 020 – токарной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 2,11 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 58 \text{ ч.}$$

операции № 030 – токарной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 2,56 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 70 \text{ ч.}$$

операции № 040 – токарной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 0,63 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 17 \text{ ч.}$$

На операции № 050 – фрезерной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 1,71 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 47 \text{ ч.}$$

На операции № 060 – зубофрезерной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 3,7 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 101 \text{ ч.}$$

На операции № 080 – центрошлифовальная:

$$T_{\text{год.пр.}} = 0,06 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 2 \text{ ч.}$$

На операции № 090 – шлифовальной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 0,1 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 3 \text{ ч.}$$

На операции № 100 – шлифовальной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 0,07 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 2 \text{ ч.}$$

На операции № 110 – шлифовальной чистовой:

$$T_{\text{год.пр.}} = 0,14 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 4 \text{ ч.}$$

На операции № 120 – зубошлифовальной:

$$T_{\text{год.пр.}} = 0,54 \cdot 2000 \cdot 0,9 / (60 \cdot 1,1) = 15 \text{ ч.}$$

Рассчитываем количество требуемого оборудования по формуле:

$$C_p = \frac{T_{\text{год.пр.}}}{\Phi_{\text{д.ст.}} \cdot K_n}$$

где $T_{\text{год.пр}}$ – трудоемкость изготовления деталей на данном виде оборудования, ч;

$\Phi_{\text{д.ст.}}$ – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования в часах при 2-х сменной работе, $\Phi_{\text{д.ст.}} = 4015 \text{ ч.}$

По формуле вычисляем:

Для операций № 010, 020, 030, 040 определяем суммарное количество оборудования, так как используется один и тот же станок:

$$C_p = (52 + 58 + 70 + 17) / (4015 \cdot 0,9) = 0,05 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{р.пр}} = 1$$

Для операции № 050 – фрезерной:

$$C_p = 47 / (4015 \cdot 0,9) = 0,01 \text{ шт.}$$

$$C_{p.пр} = 1$$

Для операции № 060 – зубофрезерной:

$$C_p = 101/(4015*0,9) = 0,03 \text{ шт.}$$

$$C_{p.пр} = 1$$

Для операции № 080 – центрошлифовальной:

$$C_p = 2/(4015*0,9) = 0,001 \text{ шт.}$$

$$C_{p.пр} = 1$$

Для операций № 090, 100 шлифовальных

$$C_p = (3+2)/(4015*0,9) = 0,001 \text{ шт.}$$

$$C_{p.пр} = 1$$

Для операции № 110 шлифовальной чистовой:

$$C_p = 4/(4015*0,9) = 0,001 \text{ шт.}$$

$$C_{p.пр} = 1$$

Для операции № 120 зубошлифовальной:

$$C_p = 15/(4015*0,9) = 0,004 \text{ шт.}$$

$$C_{p.пр} = 1$$

Количество производственных рабочих определяется по формуле:

$$P_{ст} = \frac{T_{год.пр.}}{\Phi_{др} \cdot K_{мн}}$$

где $T_{год.пр.}$ – трудоемкость изготовления годового количества деталей на станках данного типа, ч;

$\Phi_{др.}$ – действительный годовой фонд работы рабочего, ч;

$$\Phi_{др.} = 1731 \text{ ч.}$$

$$K_{мн} = 1,5 \dots 1,8$$

По формуле рассчитываем для каждой операции:

Для операций № 010, 020, 030, 040:

$$P_{ст} = (52+58+70+17)/(1731*1,7) = 0,07 \text{ чел.};$$

$$P_{ст.пр.} = 1 \text{ чел.}$$

Для операции № 050 – фрезерной:

$$P_{ст} = 47/(1731*1,7) = 0,02 \text{ чел.};$$

$$P_{ст.пр.} = 1 \text{ чел.}$$

Для операции № 060 – зубофрезерной:

$$P_{см} = 101/(1731*1,7) = 0,03 \text{ чел.};$$

$$P_{см.пр.} = 1 \text{ чел.}$$

Для операций № 080, 090, 100, 110 – шлифовальных:

$$P_{см} = (2+3+2+4)/(1731*1,7) = 0,003 \text{ чел.};$$

$$P_{см.пр.} = 1 \text{ чел.}$$

Для операции № 120 зубошлифовальной:

$$P_{см} = 15/(1731*1,7) = 0,005 \text{ чел.};$$

$$P_{см.пр.} = 1 \text{ чел.}$$

На отдельный участок не рассчитываются площади под ремонтную базу, кладовые, мастерские, заточное отделение, склад заготовок, склад готовой продукции (расчет производится только для цеха или корпуса в целом). Однако долевую часть участка рассчитаем:

1. Цеховая ремонтная база (ЦРБ)

$$Пл_1 = 30 \times n_{ст} = 30 \times 7 = 210 \text{ м}^2;$$

2. Кладовая ЦРБ занимает 10% от площади ЦРБ:

$$Пл_2 = 0,1 \times Пл_1 = 21 \text{ м}^2;$$

3. Энергетика:

$$Пл_3 = 0,2 \times Пл_1 = 0,2 \times 210 = 42 \text{ м}^2;$$

4. Отделение по ремонту оснастки:

$$Пл_4 = 0,2 \times Пл_1 = 0,2 \times 210 = 42 \text{ м}^2;$$

5. Заточное отделение составляет 10% от ЦРБ:

$$Пл_5 = 0,1 \times Пл_1 = 21 \text{ м}^2;$$

6. Инструментально-раздаточная кладовая:

$$Пл_6 = 0,5 \times n_{ст} = 0,5 \times 7 = 3,5 \text{ м}^2;$$

7. Площадь отделения для переработки стружки:

$$Пл_7 = 0,45 \times n_{ст} = 0,45 \times 7 = 3,2 \text{ м}^2;$$

8. Кладовая приспособлений:

$$Пл_8 = 0,5 \times n_{ст} = 0,5 \times 7 = 3,5 \text{ м}^2;$$

9. Площадь склада заготовок и готовой продукции:

$$Пл_9 = 20 м^2;$$

10. Площадь участка, занимаемая основным оборудованием:

$$Пл = S_{ст} \times K_{доп} = (5,8 + 2,1 + 2,6 + 6,2 + 6,8 + 5,5 + 6) \times 2 = 57,6 м^2$$

Здесь $S_{ст}$ – площадь, занимаемая станком;

$K_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь.

Общая площадь, занимаемая основным производством и вспомогательной инфраструктурой составляет:

$$Пл_{общ} = Пл + \sum_{i=1}^9 Пл_i = 187,2 + 210 + 21 + 42 + 42 + 21 + 3,5 + 3,2 + 3,5 + 20 = 423,8 м^2$$

Размещение оборудования на основной площади участка будем вести исходя из нормативов расстояний между оборудованием, от проходов и проездов, от строительных элементов корпуса здания. Так как тип производства серийный оборудование будет расставляться по типам.

Минимальные расстояния: между станками по фронту от 700 до 2000 мм в зависимости от габаритов станков; между тыльными сторонами от 700 до 1500 мм; от стен, колонн зданий – 700...2000 мм; от основных проездов – 1000...2500 мм.

7. Безопасность и экологичность технического объекта

Таблица 7. 1 - Технологический паспорт объекта

№ оп.	Наименование операции	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	2	3	4	5	6
1	Токарная черновая	Обтачивание	Токарь	Токарный станок с ЧПУ AC16M20Ф3 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ 18259 - 72	металл
2	Токарная черновая	Обтачивание	Токарь	Токарный станок с ЧПУ AC16M20Ф3 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ 18259 – 72	металл

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4	5	6
3	Токарная чистовая	Обтачиван ие	Токарь	Токарный станок с ЧПУ АС16М20Ф3 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ 18259 - 72	металл
4	Токарная чистовая	Обтачиван ие	Токарь	Токарный станок с ЧПУ АС16М20Ф3 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80 Центр вращающийся ГОСТ18259-72	металл
5	Шпоночн о- фрезерна я	обрабатыва ются пазы	Фрезеровщик	Шпоночно- фрезерный 6Д92 Тиски станочные самоцентрирующие 7200-0251 ГОСТ 21168-75	металл
6	Зубофрез ерная	Нарезание зубьев	Фрезеровщик	Зубофрезерный полуавтомат 5К310 Приспособление специальное. Центр ГОСТ8742-75	металл

Продолжение таблицы 7.1

1	1	1	1	1	1
7	Центрошлифовальная	Шлифован ие	Шлифовщик	Центрошлифовальный станок МВ119 Приспособление специальное	металл
8	Шлифовальная	Шлифован ие	Шлифовщик	Торцевкруглошлифовальный станок 3М153ДФ2 Центра ГОСТ 18259 - 72	металл
9	Шлифовальная	Шлифован ие	Шлифовщик	Торцевкруглошлифовальный станок 3М153ДФ2 Центра ГОСТ 18259 - 72	металл
10	Полировальная	Полировка	Шлифовщик	Круглошлифовальный станок 3М150 Центра ГОСТ 18259 - 72	металл
11	Зубошлифовальная	Шлифован ие зубьев	Шлифовщик	Зубошлифовальный полуавтомат 3В833 Центра ГОСТ 18259 - 72	металл

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 7.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно- технологическая и/или эксплуатационно- технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1	2	3	4
1	Токарная черновая	Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибраций, недостаточная выделение в воздух рабочей зоны аэрозолей, масел, паров СОЖ	Станок, система СОЖ
2	Токарная черновая		
3	Токарная чистовая		
4	Токарная чистовая		
5	Шпоночно- фрезерная		
6	Зубофрезерная		
7	Центрошлифовальная		
8	Шлифовальная		
9	Шлифовальная		
10	Полировальная		
11	Зубошлифовальная		

Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 7.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках дипломного проекта).

№ 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	2	3	4
1	Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны	а) ввести местную вытяжную вентиляцию; б) оборудовать шлифовальные станки защитно- обеспыливающими кожухами; в) применить вытяжные зонты для локализации вредных веществ, поднимающихся вверх.	
2	высокий уровень шума и вибраций	а) при установке станка, под станину на междуэтажные перекрытия уложить прослойку из виброшумоизоляционных материалов; б) применить виброизолирующие опоры типа пружин, то есть ввести в систему дополнительную упругую связь.	противошумные наушники

Продолжение таблицы 7.3

1	2	3	4
3	выделение в воздух рабочей зоны аэрозолей, масел, паров СОЖ	предлагается использовать уловители с вытяжной вентиляцией и пылевыми фильтрами	очки защитные

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

Таблица 7.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок по изготовлению вала-шестерни редуктора	Токарный станок с ЧПУ АС16М20Ф3	D	пламя и искры, тепловой поток; повышенная температура окружающей среды;	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок,
2	двухшнекового экструдера	Шпоночно-фрезерный 6Д92	D	повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода;	
3		Зубофрезерный 5K310		снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).	

Продолжение таблицы 7.4

1	2	3	4	5	6
4		Центрошлифовальный станок MB119	D		производственного и инженерно-технического оборудования, Части разрушившихся технологических установок вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
5		Торцекруглошлифовальный станок 3М153ДФ2	D		
6		Круглошлифовальный станок 3М150	D		
7		Зубошлифовальный полуавтомат 3В833	D		

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

Таблица 7.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарно й автомат ики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
вода	Пожарные автомобили	Пенные системы пожаротушения	Извещатели пожарные	огнетушители	Средства защиты органов дыхания	Пожарный топор	Дымовые, тепловые датчики

. Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 7.6 – 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
Технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера	Обучение рабочих правилам пожарной безопасности.	Участок изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера должен быть укомплектован средствами пожаротушения

Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 7.7 – 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.)
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 7.7

1	2	3	4	5
Технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера	Токарный станок с ЧПУ АС16М20Ф3	выделение в воздух паров СОЖ	Забор воды для производства СОЖ, образование сточных вод после очистки СОЖ	нет
	Шпоночно-фрезерный 6Д92	выделение в воздух паров СОЖ	Забор воды для производства СОЖ, образование сточных вод после очистки СОЖ	нет
	Зубофрезерный полуавтомат 5К310	выделение в воздух паров СОЖ	Забор воды для производства СОЖ, образование сточных вод после очистки СОЖ	нет

Продолжение таблицы 7.7				
1	2	3	4	5
	Центрошлифовальный станок MB119	выделение в воздух паров СОЖ, выделение металлической и абразивной пыли в воздух	Забор воды для производства СОЖ, образование сточных вод после очистки СОЖ	нет
	Торцекруглошлифовальный станок 3М153ДФ2	выделение в воздух паров СОЖ, выделение металлической и абразивной пыли в воздух	Забор воды для производства СОЖ, образование сточных вод после очистки СОЖ	нет

Продолжение таблицы 7.7

1	2	3	4	5
	Круглошлифовальный станок 3М150	выделение в воздух паров СОЖ , выделение металлической и абразивной пыли в воздух	Забор воды для производства СОЖ, образование сточных вод после очистки СОЖ	нет
	Зубошлифовальный полуавтомат 3В833	выделение в воздух паров СОЖ , выделение металлической и абразивной пыли в воздух	Забор воды для производства СОЖ, образование сточных вод после очистки СОЖ	нет

Таблица 7.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Очистка вентиляционных выбросов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Очистка СОЖ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	негативного антропогенного воздействия на литосферу в разработанном технологическом процессе нет

Выводы:

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-

техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 7.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления вала-шестерни редуктора двухшнекового экструдера выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибраций, недостаточная выделение в воздух рабочей зоны аэрозолей, масел, паров СОЖ

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно противושумные наушники, очки защитные. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 7.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 7.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 7.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 7.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 7.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 7.8).

8. Экономическая эффективность проекта

Таблица 8.1- Исходные данные для расчета

Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
		Базовый вариант	Проектный вариант
Норма штучного времени, в том числе машинное время.			
Оп 30	Тшт30, мин	1,86	1,37
	Тмаш30, мин	2,34	1,71
Оп 60	Тшт60, мин	0,02	0
	Тмаш60, мин	0,06	0
Оп 65	Тшт65, мин	0,07	0,07
	Тмаш65,мин	0,11	0,11

Таблица 8.2- Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса, руб.

№ п/п	Статьи затрат	Затраты, руб.		Изменения
1	2	3	4	5
1	Материалы	124,71	102,35	-22,36
2	Основная з/пл	9,91	6,75	-3,16
3	Начисления на заработную плату	2,58	1,76	-0,82
4	Расходы на оборудование	7,54	0,62	-6,92
	технологическая себестоимость	144,74	111,48	-33,26

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4	5
5	Общеховые накладные расходы	21,31	14,51	-6,8
	цеховая себестоимость	166,05	125,99	-40,06
6	Общезаводские накладные расходы	24,78	16,88	-7,9
	заводская себестоимость	190,83	142,87	-47,96
7	Внепроизводственные расходы	9,54	7,14	-2,4
	полная себестоимость	200,37	150,01	-50,36

Таблица 8.3- Расчет приведенных затрат и выбор оптимального варианта

Показатели	Расчетные формулы и расчет		
		Вариант 1	Вариант 2
Приведенные затраты, руб.	$З_{пр.ед.} = С_{плн} + Е_n \times К_{уд}$		
	$З_{пр.ед.1} = 200,37 + 0,33 \times 4,65 = 201,9$	201,9	153,02
	$З_{пр.ед.2} = 150,01 + 0,33 \times 9,12 = 153,02$		
Годовые приведенные затраты, руб.	$З_{пр.г.} = З_{пр.ед.} \cdot П_g$		
	$З_{пр.г.1} = 201,9 \times 5000 = 1009500$	1009500	765100
	$З_{пр.г.2} = 153,02 \times 5000 = 765100$		

Из вариантов, проектируемым считается тот, в котором приведенные затраты на единицу изделия составляют наименьшую величину. В нашем случае в проектном варианте приведенные затраты на единицу изделия,

наименьшие.

Ожидаемая прибыль.

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

$$П_{р.ож} = (200,37 - 150,01) \cdot 2000 = 251800 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль

$$Н_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ}$$

$$Н_{приб.} = 251800 \cdot 0,24 = 60432 \text{ руб.}$$

Чистая ожидаемая прибыль

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - Н_{ПРИБ}$$

$$П_{р.чист.} = 251800 - 60432 = 191368 \text{ руб.}$$

расчетный срок окупаемости:

$$Квв.пр = Кобщ.пр. = 45620 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}}$$

$$Ток.расч. = 45620 / 191368 = 0,24 \text{ год}$$

$$T = 1 \text{ год}$$

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется по формуле:

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T П_{Р.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}$$

общая чистая дисконтированная прибыль

$$Д_{диск.общ} = (0,893) \cdot 191368 = 170891,6 \text{ руб.}$$

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит в этом случае:

$$Э_{ИНТ} = ЧДД = Д_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР}$$

$$ЧДД = 170891,6 - 45620 = 125271,6 \text{ руб.}$$

т.е. вложив в осуществление проекта 250070 руб. через 1 год предприятие получит прибыль в размере 413250,9 руб. Общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат (Квв.пр.) – проект эффективен, поэтому определяем индекс доходности:

$$ИД = \text{Добц. диск} / K_{вв. пр.} = 170891,6 / 45620 = 3,75$$

Таблица 8.4- Техничко-экономические показатели эффективности проекта

Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
		Баз.	Пр.
Количество оборудования	$C_{пр, шт}$	3	2
Средний коэффициент загрузки оборудования	$K_{з. ср}$	0,01233	0,013
Длительность производственного цикла	$T_{ц} \text{ дней}$	0,06	0,06
Годовая программа выпуска	$P_{г, шт}$	5000	5000
Себестоимость единицы изделия	$C_{полн, руб}$	200,37	150,01
Капитальные вложения	$K_{общ, руб}$	23247	45620
Приведенные затраты на единицу изделия	$З_{пр.ед, руб}$	201,9	153,02
Чистая ожидаемая прибыль	$P_{р.чист, руб}$	191368	
Налог на прибыль	$H_{приб, руб}$	60432	
Расчетный срок окупаемости инвестиций	$T_{ок. расч, год}$	0,24	
Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$\mathcal{E}_{инт} = ЧДД$	125271,6	
Индекс доходности	$ИД, руб / руб$	3,75	

Вывод: Рассматривая технико-экономические показатели, можно сделать следующий вывод: несмотря на то, что капитальные вложения в приобретение

нового оборудования и инструмента больше чем в базовом варианте и составляют 45620руб., возможно получение чистой прибыли в размере 191368руб. По расчетам чистого дисконтированного дохода предлагаемые изменения являются эффективными, т.к. ЧДД > 0 , а капитальные вложения окупятся через 1 год.

Заключение

В дипломном проекте проведен выбор заготовки, технологических баз, методов обработки, разработан технологический маршрут и операционная технология.

Проведены научные исследования по нахождению зависимости сил резания при сверлении от геометрии режущей части сверла. Рассмотрены пути повышения производительности сверлильного перехода токарной операции.

Предложено комбинированное сверло повышенной производительности. Выполнен расчет и чертеж сверла оптимизированной конструкции.

Спроектировано станочное приспособление – трехкулачковый самоцентрирующий патрон для черновой токарной операции.

Рассчитан экономический эффект от предложенных мероприятий и рассмотрены вредные факторы на производстве и методы их устранения.

Литература

1. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
2. 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.
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. Расторгуев, Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
5. 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.
6. 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.
7. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.
8. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

9. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
10. Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.
11. 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.
12. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
13. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.
14. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
15. 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.
16. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.
17. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.
18. Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В.

Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

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

20. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

21. 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.

22. 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.

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

24. Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

25. Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

26. 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. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

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

28.Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

29.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.

30.Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

31.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.

32.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.

Приложения

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
										3										1
Разраб.	Елисеева					ТГУ										10040.001				
Провер.	Бобровский																			
Н. Контр.	Виткалов					Вал-шестерня редуктора двухшнекового экструдера										ДП				
Утв.	Бобровский																			
M01	20X ГОСТ 4543-71																			
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.		Профиль и размеры				КД	МЗ					
	12		16 6	1,32	1		0,63	21		Ø220x93				1	2,7					
А	Цех	Уч.	РМ	Оп р.	Код, наименование операции			Обозначение документа												
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
A03	XX	XX	XX	000	Заготовительная															
B04	Кривошипный горячештамповочный пресс																			
O5																				
A06	XX	XX	XX	010	4110 Токарная с ЧПУ				ИОТ 1456-82											
B07	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3					2	18217	22	1Р	1	1	1	30	1						
O08	Точить поверхность Ø50,8±0,13мм. Точить поверхность Ø87,8±0,15мм. Подрезать торец Ø50 в размер 81,5±0,15мм. Подрезать торец Ø87 в размер 19,5±0,09мм.																			
O09	Сверлить отверстие Ø35±0,13мм в размер 22±0,09мм.																			
T10	396110 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80, Центр вращающийся ГОСТ 18259-72. 392104 Резец вставка 16x20x20 ОСТ2.И10.1-83 Т5К10.																			
T11	393311 Штангельциркуль с цифровым																			
T12	отсчетом мод.197. штанген-глубиномер ШГ-II ГОСТ 162-80.																			
13																				
A14	XX	XX	XX	020	4110 Токарная с ЧПУ				ИОТ 1456-82											
B15	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3					2	18217	22	1Р	1	1	1	30	1						

O16	Точить поверхность Ø50,8±0,13 мм. Подрезать торец Ø50 в размер 153,7±0,2 мм. Подрезать торец Ø87 в размер 17,8±0,09мм. Сверлить отверстие Ø35±0,13мм в															
O17	размер 47±0,13мм.															
T18	396110 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80, Центр вращающийся ГОСТ 18259-72. 392104 Резец вставка 16x20x20 ОСТ2.И10.1-83 Т5К10.															
T19	393311 Штангельциркуль с цифровым отсчетом мод.197. штанген-глубиномер ШГ-II ГОСТ 162-80.															
O20																
МК																
										Листов 2				3		
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.
К/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	
A03	XX	XX	XX	030	4110 Токарная с ЧПУ			ИОТ 1456-82								
B04	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3					2	18217	22	1Р	1	1	1	30	1		
O05	Точить поверхность Ø50,2±0,05мм. Точить поверхность Ø87,2±0,06мм. Точить поверхность Ø45,2±0,05мм. Подрезать торец Ø50 в размер 81,2±0,06мм. Подрезать															
O06	торец Ø87 в размер 17,5±0,04мм. Точить канавку под выход шлифовального круга Ø49,45±0,05мм. Точить канавку под выход шлифовального круга Ø44,45±0,05мм.															
O07	Зенкеровать отверстие Ø36,05±0,05мм. Точить фаску 1,6x45°. Точить фаску 2x30°.															
T08	396110 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80, Центр вращающийся ГОСТ 18259-72. 392104 Резец вставка 16x20x20 ОСТ2.И10.1-83 Т5К10.															
O09	393311 Штангельциркуль с цифровым отсчетом мод.197. штанген-глубиномер ШГ-II ГОСТ 162-80.															
10																
A11	XX	XX	XX	040	4110 Токарный с ЧПУ			ИОТ 1456-82								
B12	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3					2	18217	22	1Р	1	1	1	30	1		
O13	Точить поверхность Ø50,2±0,05мм. Точить поверхность Ø87,2±0,06мм. Точить поверхность Ø45,2±0,05мм. Подрезать торец Ø50 в размер 81,2±0,06мм. Подрезать															
O14	торец Ø87 в размер 17,5±0,04мм. Точить канавку под выход шлифовального круга Ø49,45±0,05мм. Точить канавку под выход шлифовального круга Ø44,45±0,05мм.															
O15	Зенкеровать отверстие Ø36,05±0,05мм. Точить фаску 1,6x45°. Точить фаску 2x30°.															

O16	396110 Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-80, Центр вращающийся ГОСТ 18259-72. 392104 Резец вставка 16х20х20 ОСТ2.И10.1-83 Т5К10.															
O17	393311 Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197. штанген-глубиномер ШГ-II ГОСТ 162-80.															
18																
A19	XX	XX	XX	050	4260 Фрезерная			ИОТ 1456-82								
B20	Шпоночно-фрезерный 6Д92					2	18632	22	1Р	1	1	1	30	1		
O21	Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 30±0,13мм, 2±0,05мм, 45,5±0,13. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 107±0,18мм, 135±0,2мм,															
O22	45,5±0,13мм. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 137±0,2мм, 45±0,13мм.															
T23	Тиски станочные самоцентрирующие 7200-0251 ГОСТ 21168-75. Фреза шпоночная Ø8 Р6М5 ГОСТ 9140-78. Штангельциркуль с цифровым отсчетом мод. 197.															
T24	Штангенглубиномер ШГ-II ГОСТ 162-80.															
25																
A26	XX	XX	XX	060	4153 Зубофрезерная			ИОТ 1456-82								
B27	Зубофрезерный полуавтомат 5К310					2	12287	22	1Р	1	1	1	30	1		
O28	Фрезеровать зубчатый венец Ø87 m = 3мм. z = 27.															
T29	Приспособление специальное. Центр неподвижный ГОСТ8742-75. Фреза червячная цельная Ø85 ГОСТ9324-80 Р6М5. Микрометр тарельчатый. Универсальный															
T30	Прибор для контроля зубчатых колес (ЗИП-1) ТУ 2-034-544-81															
31																
A32	070 Термообработка															
B33	Печь шахтная															
МК																
												Листов 3		3		
A	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тш
K/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. рас
A04	XX	XX	XX	080	4103 Центрошлифовальная			ИОТ 1456-82								
B05	Центрошлифовальный станок MB119					2	18873	22	1Р	1		1	30	1		
O06	Шлифовать центровые фаски 2х30°.															
T07	Приспособление специальное. Шлифовальная головка EW 10 х25 24А 25 С2 6 К А 35 м/с ГОСТ 2447-82. Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197.															

T08	Штангенглубиномер ШГ - II ГОСТ 162 – 80.													
09														
A10	XX	XX	XX	090	4103 Шлифовальная			ИОТ 1456-82						
B11	Торцекруглошлифовальный станок 3М153ДФ2				2	18632	22	1Р	1		1	30	1	
O12	Шлифовать торец и цилиндрическую поверхность в размеры 151±0,03 мм и Ø86,9±0,02 мм. Шлифовать торец и цилиндрическую поверхность в размеры 192±0,03 мм и													
O13	Ø50,013±0,013 мм. Шлифовать цилиндрическую поверхность Ø45±0,0055 мм.													
T14	Центра ГОСТ 18259-72. Круг шлифовальный специальный ПП300х80х127 24А25СМ1К5. Микрометр гладкий с цифровым отсчетом мод.123, штангенциркуль с цифровым													
T15	цифровым отсчетом мод.197.													
16														
A17	XX	XX	XX	100	4103 Шлифовальная			ИОТ 1456-82						
B18	Торцекруглошлифовальный станок 3М153ДФ2				2	18632	22	1Р	1	1	1	30	1	
O19	Шлифовать торец и цилиндрическую поверхность в размеры 78±0,03 мм и Ø50,013±0,013 мм.													
T20	Центра ГОСТ 18259-72. Круг шлифовальный специальный ПП300х80х127 24А25СМ1К5. Микрометр гладкий с цифровым отсчетом мод.123, штангенциркуль с цифровым													
T21	цифровым отсчетом мод.197.													
22														
A23	XX	XX	XX	110	4103 Шлифовальная			ИОТ 1456-82						
B24	Круглошлифовальный станок 3М150				2	15887	22	1Р	1	1	1	30	1	
O25	Полировать цилиндрические поверхности Ø45мм и Ø50мм.													
T26	Центра ГОСТ 18259-72. Круг войлочный, абразивная паста. Микрометр гладкий с цифровым отсчетом мод.123.													
27														
A28	XX	XX	XX	120	4151 Зубошлифовальная			ИОТ 1456-82						
B29	Шлицешлифовальный полуавтомат 3В833				2	12290	22	1Р	1	1	1	30	1	
O30	Шлифовать зубчатый венец Ø87 m = 3мм. z = 27.													
T31	Центра ГОСТ 18259-72. Круг шлифовальный червячный Ø85 24А25С1К5. Прибор универсальный автоматический для поэлементного контроля мод.27501 по													
T32	ТУ2-034-362-81													
33														
34														
35														
36														
МК														

--	--	--	--	--	--

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												Листов	1	
Разраб.	Елисеева			Кафедра ОТП										
Провер.	Бобровский													
Н. контр	Виткалов			Вал-шестерня редуктора двухшнекового экструдера								ДП		020
Утв.	Бобровский													

Наименование операции				Материал	
4110 Токарная черновая с ЧПУ				Сталь 20Х ГОСТ 4543-71	
Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
НВ 250	166	1,32	Ш87х215	2,7	1
Оборудование, устройства ЧПУ			Обозначение программы		
То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ	
2,11	0,27	0,18	2,56	Эмульсия 10%	

Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01	1. Установить заготовку								
Т 02	396171 Патрон самоцентрирующий трехлачковый ГОСТ 2675-80								
О 03	2. Точить поверхности 11, 12, 16, выдерживая размеры согласно эскизу.								
Т 04	392104 Резец контурный Т5К10 ОСТ 2И.101-83; 393311 Штангенциркуль ШЦ – II ГОСТ 166 – 80								
Р 05		1	87	153	1,6	1	0,85	505	138
О 06	3. Сверлить отверстие поверхность 17, выдерживая размеры согласно эскизу.								
Т 07	391210 Сверло комбинированное специальное Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ – II ГОСТ 166 – 80								
Р 08		2	35	126	17,5	1	0,35	200	22
ОК									

--	--	--	--	--	--

[illegible]

