

АННОТАЦИЯ

В работе выполнен технологический процесс изготовления втулки сверлильного станка. Выполнено обоснование выбора метода получения и спроектирована заготовка. Разработанная технология оснащена современными технологическими средствами. Спроектирован режущий инструмент на одну из операций технологического процесса.

На Токарную чистовую операцию 020 спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом.

На 025 Фрезерную операцию разработан режущий инструмент.

Работа содержит 61 страницу расчетно-пояснительной записки, графическая часть составляет 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|--|------|
| АННОТАЦИЯ | 4 |
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ | 7 |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ | 11 |
| 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ | 32 |
| 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА | 37 |
| 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА | 40 |
| 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ | 48 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 52 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 53 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 56 |

ВВЕДЕНИЕ

Экономическое развитие нашей страны будет определяться поднятием уровня всей промышленности. В этом особое место занимает отечественное машиностроение – одна из ведущих отраслей промышленности нашей страны. Поэтому темпы роста машиностроения должны быть выше, чем у промышленности в целом.

Крупные и серьезные задачи стоят перед машиностроением. Среди них – создание техники для широкого внедрения высокопроизводительных энерго- и материалосберегающих технологий во всех отраслях промышленности, повышение технического уровня и качества машиностроительной продукции, выпуск машин и оборудования с высокой степенью механизации и автоматизации, улучшение качества металлообрабатывающего оборудования, в том числе с ЧПУ, автоматических манипуляторов и роботов, технологической оснастки и так далее.

Наука «Технология машиностроения» рассматривает все эти задачи и предлагает пути их решения.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления втулки сверлильного станка, заданного качества и минимальной себестоимостью, с применением современных научно-технических достижений.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и условия работы детали.

Втулка предназначена для осуществления ручной вертикальной подачи пиноли шпинделя на вертикально-сверлильном станке. Рукоятки штурвала (4 шт.), закреплённые на втулке через резьбовые отверстия М8, при их вращении, поворачивают втулку, а связь втулки посредством 3-х внутренних пазов с валом червяка, обеспечивают перемещение пиноли шпинделя.

1.2 Классификация поверхностей детали.

Для анализа классификации поверхностей пронумеруем их и представим на рисунке 1.1.

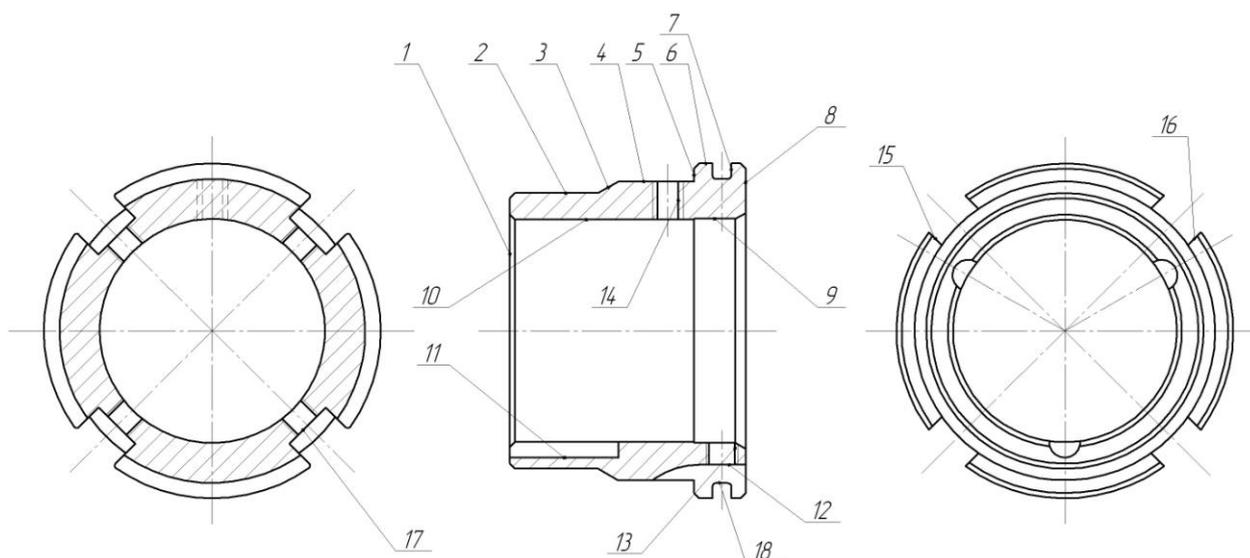


Рисунок 1.1- Классификация поверхностей детали

Результаты классификации занесём в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей

| Тип поверхности | Номер поверхности |
|--------------------------------------|-------------------|
| Исполнительные поверхности | 13, 15, 16 |
| Основные конструкторские базы | 10 |
| Вспомогательные конструкторские базы | 7, 12, 14 |
| Свободные поверхности | остальные |

Исполнительными поверхностями являются боковые поверхности пазов (15, 16) и резьбовые отверстия под крепление рукояток 13.

Основными конструкторскими базами называются поверхности, при помощи которых осуществляется ориентирование детали в узле. Таковым является центральное отверстие 10.

Вспомогательными конструкторскими базами являются резьбовое отверстие 14, и поверхности 7 и 12.

Оставшиеся поверхности будут свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

С помощью литературного источника [2] проанализируем состав и физико-механические свойства материала детали стали 40ХГНМ. Данные приведены в табл. 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40ХГНМ ГОСТ 4543-71

| Химический элемент | Содержание |
|--------------------|---------------|
| С (углерод) | 0,37...0,43 % |
| Si (кремний) | 0,17...0,37 % |
| Mn (марганец) | 0,5...0,8 % |
| Ni (никель) | 0,7...1,1 % |
| P (фосфор) | до 0,035 % |
| S (сера) | до 0,035 % |
| Cr (хром) | 0,6...0,9 % |
| Cu (медь) | до 0,3 % |
| Mo (молибден) | 0,15...0,25 % |
| Fe (железо) | остальное |

Таблица 1.3 - Физико-механические свойства стали 40ХГНМ ГОСТ 4543-71

| σ_T | σ_B | δ_5 | КСУ | НВ |
|------------|------------|------------|--------------------|----------|
| МПа | МПа | % | Дж/см ² | не более |
| 835 | 980 | 12 | 880 | 241 |

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

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

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

Также форма расположения поверхностей детали обеспечивает свободную доступность к обрабатываемым поверхностям инструментов для контроля.

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

1.4 Формулировка задач работы.

На базе анализа технических требований к детали сформулируем последующие задачи работы, которые необходимо решить для достижения цели работы, сформулированной во введении – изготовления втулки сверлильного станка с заданным качеством, используя современное состояние науки и техники: определим тип машиностроительного производства; выработаем стратегию проектирования технологического процесса; выполним технико-экономический расчет метода получения

заготовки; разработаем технологический план обработки детали, разработав схемы базирования; выберем средства технологического оснащения на каждую операцию техпроцесса; рассчитаем на одну поверхность припуски по операциям техпроцесса, а на остальные – назначим табличным способом; рассчитаем режимы резания и определим содержание операций, спроектируем наладки; на одну из операций техпроцесса спроектируем режущий инструмент; для одной из операций спроектируем станочное приспособление.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

В этом разделе определим тип производства, примем стратегию разработки технологического процесса, проведем расчет заготовительной операции и спроектируем технологический процесс изготовления детали.

2.1 Определение типа производства.

Стратегия разработки технологического процесса зависит от типа производства, который при прочих неизвестных условиях зависит от массы детали и объема выпуска деталей в год. В нашем случае при $m=0,41$ кг и $N_r = 10000$ деталей в год выберем тип производства по таблице. [3]

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен $N_r = 10000$ деталей в год, а масса детали $m=0,41$ кг, то тип производства определяется как среднесерийное. [3]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

Руководствуясь [3], определим стратегию разработки техпроцесса для среднесерийного типа производства, чтобы обеспечить заданный выпуск деталей с заданным качеством и наименьшими затратами: форму организации техпроцесса принимаем переменнo-поточную; заготовку можно выполнить штамповкой или из проката; оборудование принимаем универсальное или с числовым программным управлением; оснастку принимаем универсальную или специальную. Остальные пункты выбираем по [3].

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Тип детали, ее материал и форма определяют метод получения заготовки. Данный тип заготовки рациональным способом можно получить прокатом или штамповкой. Оба способа позволяют получить заготовку необходимого качества.

Проведем технико-экономический анализ получения заготовки для заданной детали прокатом и штамповкой. [4]

Первым вариантом является изготовления заготовки методом штамповки. При этом класс точности заготовки определяемый по [4] – 3; класс сложности штамповки – 2; массу штамповки, определяем при помощи 3D моделирования – 0,82 кг.

Вторым вариантом для сравнения является изготовление заготовки методом проката (прокат-труба Ø69x Ø39x49,5). Массу заготовки определяем при помощи 3D моделирования – 0,99 кг.

Стоимость одного килограмма штампованных заготовок $C_{\text{заг}} = 0,315$ руб.

Стоимость одного килограмма заготовок из проката $C_{\text{заг}} = 0,115$ руб.

Стоимость одного килограмма стружки для обоих вариантов $C_{\text{отх}} = 0,0144$ руб.

Массу детали берем из чертежа $m_{\text{д}} = 0,41$ кг.

Рассчитаем стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке [4].

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

где $C_c = 0,505$ руб/кг; $E_H = 0,15$; $C_K = 1,115$ руб/кг. [4].

Далее по формуле (2.1) имеем:

$$C_{\text{мех}} = 0,505 + 0,15 \cdot 1,115 = 0,6723 \text{ руб/кг.}$$

Рассчитаем стоимость срезания одного килограмма стружки с заготовки, полученной штамповкой [4].

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

где $C_{\text{шт}} = 0,315$ руб; $k_T = 0,9$; $k_c = 0,84$; $k_B = 1,14$; $k_M = 1,0$; $k_n = 1,0$. [4]

Тогда по формуле (2.2) имеем:

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

Дальше определим себестоимость изготовления детали из штамповки [4].

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{шт}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{шт}} - q), \quad (2.3)$$

где $Q_{шт} = 0,82 \text{ кг}$; $q = 0,41 \text{ кг}$; $C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг}$. [4]

Тогда по (2.3) имеем:

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 0,82 + 0,6723(0,82 - 0,41) \cdot 0,0144 = 0,4924 \text{ руб.}$$

Дальше определим себестоимость изготовления детали из проката [4].

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

где $Q_{пр} = 0,99 \text{ кг}$.

Исходя из зависимости (2.4) имеем:

$$C_{ми} = 0,2219 \cdot 0,99 + 0,6723(0,99 - 0,41) + 0,0144(0,99 - 0,41) = 0,6013 \text{ руб.}$$

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

Годовая экономия при этом будет равна:

$$\mathcal{E}_2 = C_{ми} - C_{шт} N_2 = 0,6013 - 0,4924 \cdot 10000 = 1089 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от необходимого качества обработки поверхностей, которое в свою очередь определяется качеством точности IT и шероховатостью Ra, определим методы обработки поверхностей и сведём их в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

| № поверхности | Квалитет точности | Шероховатость Ra | Последовательность обработки |
|---------------------------|-------------------|------------------|--|
| 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 14 | 6,3 | Токарная черновая, Токарная чистовая |
| 10 | 8 | 0,8 | Токарная черновая, Токарная чистовая, Внутришлифовальная черновая, Внутришлифовальная чистовая |
| 11, 12 | 14 | 6,3 | Фрезерная |
| 13, 14 | 10 | 6,3 | Сверлильная |
| 14 | 10 | 6,3 | Сверлильная |
| 15, 16, 17 | 14 | 3,2 | Фрезерная |
| 18 | 9 | 6,3 | Токарная черновая, Токарная чистовая |

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 - Маршрут обработки детали

| № оп. | Наименование операции | Номера обрабатываемых поверхностей | IT | Ra |
|-------|-----------------------------|------------------------------------|----|------|
| 000 | Заготовительная | Все | 16 | 40 |
| 005 | Токарная черновая | 1, 2, 3, 4, 5 | 14 | 12,5 |
| | | 10 | 12 | 12,5 |
| 010 | Токарная черновая | 6, 8 | 14 | 12,5 |
| | | 9 | 12 | 12,5 |
| 015 | Токарная чистовая | 1, 2, 3, 4, 5 | 14 | 6,3 |
| | | 10 | 9 | 3,2 |
| 020 | Токарная чистовая | 6, 8 | 14 | 6,3 |
| | | 7 | 14 | 3,2 |
| | | 9 | 10 | 6,3 |
| | | 18 | 9 | 3,2 |
| 025 | Фрезерная | 15, 16, 17 | 14 | 3,2 |
| 030 | Фрезерная | 11 | 14 | 6,3 |
| 035 | Сверлильная | 14, 17 | 10 | 6,3 |
| 045 | Внутришлифовальная черновая | 10 | 8 | 1,6 |
| 050 | Внутришлифовальная чистовая | 10 | 8 | 0,8 |

2.6 Определение припусков.

Определяем припуски на обработку самой точной поверхности расчётно-аналитическим методом. Расчёт припусков будем вести по размеру

внутреннего отверстия $\varnothing 43,2F8^{(+0,064}_{+0,025})$. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из следующих переходов: точения черного, точения чистового, внутреннего черного шлифования и внутреннего чистового шлифования.

Исходные данные:

$$D = 43,2F8^{(+0,064}_{+0,025}) \text{ мм}; L = 34,5 \text{ мм}; Ra = 0,8 \text{ мкм}.$$

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o.$$

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

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,4 = 0,350, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016, \text{ мм}.$$

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

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010, \text{ мм}.$$

Определим установочную погрешность заготовки ε в станочном приспособлении на каждом переходе.

Определим минимальные значения припусков для каждого перехода, кроме 0 и ТО.

Минимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,350^2 + 0,025^2} = 0,751, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0^2} = 0,060, \text{ мм}.$$

Максимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(D_0 + TD_1) = 0,751 + 0,5(1,400 + 0,250) = 1,576, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(D_1 + TD_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(D_{TO} + TD_3) = 0,125 + 0,5(0,100 + 0,039) = 0,195, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(D_3 + TD_4) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,039) = 0,070, \text{ мм}.$$

$$D_{4\min} = 43,225, \text{ мм}.$$

$$D_{4\max} = 43,264 \text{ мм}.$$

$$D_{3\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 43,225 - 2 \cdot 0,060 = 43,105, \text{ мм}.$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 43,105 - 0,039 = 43,066, \text{ мм}.$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 43,066 - 2 \cdot 0,125 = 42,816, \text{ мм}.$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 42,816 - 0,100 = 42,716, \text{ мм}.$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} \cdot 0,999 = 42,716 \cdot 0,999 = 42,773, \text{ мм}.$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 42,773 - 0,062 = 42,711, \text{ мм}.$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 42,711 - 2 \cdot 0,263 = 42,185, \text{ мм}.$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 42,185 - 0,250 = 41,935, \text{ мм}.$$

$$D_{0\max} = D_{1\min} - 2 \cdot Z_{1\min} = 41,935 - 2 \cdot 0,751 = 40,433, \text{ мм}.$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 40,433 - 1,400 = 39,033, \text{ мм}.$$

Определим средние значения диаметров на каждый переход

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

$$D_{cp0} = 0,5(D_{0\max} + D_{0\min}) = 0,5(39,033 + 40,433) = 39,733, \text{ мм}.$$

$$D_{cp1} = 0,5(D_{1\max} + D_{1\min}) = 0,5(42,185 + 41,935) = 42,060, \text{ мм}.$$

$$D_{cp2} = 0,5(D_{2\max} + D_{2\min}) = 0,5(42,773 + 42,711) = 42,742, \text{ мм}.$$

$$D_{cpTO} = 0,5(D_{TO\max} + D_{TO\min}) = 0,5(42,816 + 42,716) = 42,766, \text{ мм}.$$

$$D_{cp3} = 0,5(D_{3\max} + D_{3\min}) = 0,5(43,066 + 43,105) = 43,086, \text{ мм}.$$

$$D_{cp4} = 0,5(D_{4max} + D_{4min}) = 0,5(43,264 + 43,225) = 43,245, \text{ мм.}$$

Определим общий припуск

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

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + TD_0 + TD_4.$$

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

$$2Z_{min} = 43,225 - 40,433 = 2,792, \text{ мм.}$$

$$2Z_{max} = 2,792 + 1,4 + 0,039 = 4,231, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,620 + 4,445) = 3,512, \text{ мм.}$$

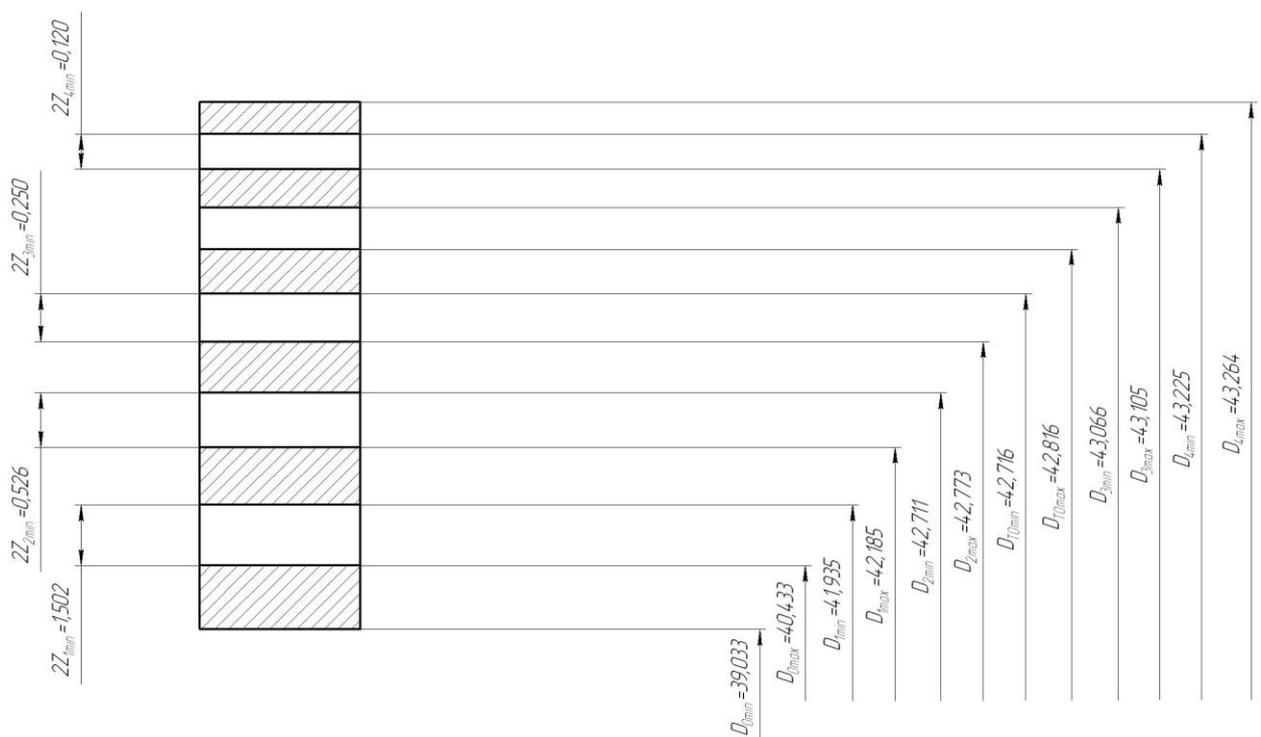


Рисунок 2.1 - Схема расположения полей допусков и припусков на поверхность $\text{Ø}43,2\text{F}8\left(\begin{smallmatrix} +0,064 \\ +0,025 \end{smallmatrix}\right)$.

2.7 Проектирование заготовки.

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

- 1) припуски для обработки;
- 2) черновые базы;

3) требования, предъявляемые к степени точности;

4) уклоны штамповки.

По ГОСТ 7505-89 [6] для нашей заготовки выбираем:

1) По [6] принимаем группу стали М2.

2) Штамповка на горячековочной машине относится к классу точности Т3.

3) Определим степень сложности:

$$G_{II} = 0,82 \text{ кг} .$$

$$G_{\Phi} = 1,45 \text{ кг} .$$

$$\frac{G_{II}}{G_{\Phi}} = \frac{0,82}{1,45} = 0,57 .$$

Степень сложности заготовки-штамповки по данному показателю оцениваем, как С2.

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

Исходный индекс заготовки по ГОСТ 7505-89 [6] принимаем, как 10.

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

Задачей раздела является выбор оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента для каждой операции техпроцесса.

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

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

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

Для фрезерной операции 025 выберем универсальный консольно-фрезерный станок с поворотным столом модели 6P82, предназначенный для выполнения разнообразных фрезерных работ.

Для фрезерной операции 030 выберем фрезерный вертикальный консольный станок модели 6P13Ф3 с системой числового программного управления CNC.

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

Для внутришлифовальных операций 045 и 050 выберем полуавтомат внутришлифовальный универсальный высокой точности модели 3M227ВФ2, оснащенный системой числового программного управления.

2.9 Определение режимов резания.

2.9.1 Определим режимы обработки для операции 005 - Токарная черновая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания $t = 2,0\text{мм}$ принимаем подачу $S_0 = 0,3\text{мм/об}$. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180\text{м/мин}$.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 69} = 830,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 69 \cdot 800}{1000} = 173,3 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{48}{240} = 0,20 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 2,0$ мм.

В зависимости от глубины резания $t = 2,0 \text{ мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,3 \text{ мм/об. [11]}$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 42,4} = 1352,0 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42,4 \cdot 1250}{1000} = 166,4 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1250 = 375 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{48}{375} = 0,13 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,20 + 0,13 = 0,33, \text{ мин.}$$

2.9.2 Определим режимы обработки для операции 010 - Токарная черновая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания $t = 2,0 \text{ мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,3 \text{ мм/об. [11]}$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 42,9} = 1336,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42,9 \cdot 1250}{1000} = 168,4 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1250 = 375 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{11}{375} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания $t = 2,0 \text{ мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,3 \text{ мм/об. [11]}$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 65,6} = 873,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65,6 \cdot 800}{1000} = 164,8 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{17}{240} = 0,07 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,03 + 0,07 = 0,10, \text{ мин.}$$

2.9.3 Определим режимы обработки для операции 015 - Токарная чистовая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания $t = 0,3 \text{ мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об. [11]}$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 65,6} = 873,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65,6 \cdot 800}{1000} = 164,8 \text{ м/мин}.$$

$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин}$.

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{48}{160} = 0,30 \text{ мин}.$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания $t = 0,3 \text{ мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об} . [11]$$

Скорость резания

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

где $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 45,2} = 1268,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,2 \cdot 1250}{1000} = 113,5 \text{ м/мин}.$$

$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1250 = 250 \text{ мм/мин}$.

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{48}{250} = 0,19 \text{ мин}.$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,30 + 0,19 = 0,49, \text{ мин}.$$

2.9.4 Определим режимы обработки для операции 020 - Токарная чистовая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания $t = 0,3\text{мм}$ принимаем подачу $S_0 = 0,2\text{мм/об}$. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180\text{м/мин}$.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 65,6} = 873,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65,6 \cdot 800}{1000} = 164,8 \text{ м/мин}.$$

$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин}$.

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{4}{160} = 0,025 \text{ мин}.$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания $t = 0,3\text{мм}$ принимаем подачу $S_0 = 0,2\text{мм/об}$. [11]

Скорость резания

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

где $V_0 = 180$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [11]

Отсюда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180\text{м/мин}$.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 45,8} = 1251,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_\phi = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,8 \cdot 1250}{1000} = 179,8 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1250 = 250 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{12}{250} = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 3.

В зависимости от глубины резания $t = 0,3 \text{ мм}$ принимаем подачу

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об. [11]}$$

Скорость резания

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

$$\text{где } V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0. [11]$$

$$\text{Отсюда } V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 65} = 881,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 800}{1000} = 163,3 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18}{160} = 0,11 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,03 + 0,05 + 0,11 = 0,19, \text{ мин.}$$

2.9.5 Определим режимы обработки для операции 025 - Фрезерная.

$$t = 6,5 \text{ мм.}$$

$$\text{Подача } S_z = 0,025 \text{ мм/зуб. [11]}$$

Рассчитаем подачу на оборот

$$S_0 = S_z \cdot z,$$

$$\text{где } z = 14.$$

$$S_0 = 0,025 \cdot 14 = 0,35, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

где $K_{MV} = 1,0$; $K_{UV} = 0,5$; $K_{LV} = 1,0$.

Тогда $K_V = 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,5$.

$D = 72 \text{ мм}$; $t = 5 \text{ мм}$; $S_0 = 0,25 \text{ мм/об}$;

$C_V = 7,0$; $K_V = 0,5$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$; $T = 30 \text{ мин}$. [11]

$$V = \frac{7,0 \cdot 72^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 5^0 \cdot 0,35^{0,7}} \cdot 0,5 = 20,5, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 72} = 90,7, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n=80 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Отсюда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 80}{1000} = 18,1, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,25 \cdot 80 = 20, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{n_{\text{отв}} \cdot L_{\text{рх}}}{S},$$

$$T_0 = \frac{4 \cdot 19}{20} = 3,8 \text{ мин.}$$

2.9.6 Определим режимы обработки для операции 030 - Фрезерная.

Переход 1.

Глубина резания $t = 2,8 \text{ мм}$.

$$L = L_p + L_{\Pi},$$

$$L = 19,5 + 3,5 = 23 \text{ мм}$$

Стойкость инструмента

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

$$\text{При } \lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин. [11]}$$

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

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об. [11]}$$

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

$$v_{TAB} = 18 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95.$$

$$v = 18 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 12,5 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12,5}{3,14 \cdot 5,6} = 562,4 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Из паспорта станка } n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5,6 \cdot 500}{1000} = 12 \text{ м/мин}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ мм/мин.}$$

$$T_{01} = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{23 \cdot 3}{100} = 0,69 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 0,2$ мм.

Подача $S_Z = 0,025$ мм/зуб. [11]

Рассчитаем подачу на оборот

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 2$.

$$S_0 = 0,025 \cdot 2 = 0,05, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}.$$

где $K_{MV} = 1,0; K_{UV} = 0,5; K_{LV} = 1,0$.

Тогда $K_V = 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,5$.

$$D = 6 \text{ мм}; t = 3,0 \text{ мм};$$

$$S_0 = 0,025 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,74 m = 0,2; T = 30 \text{ мин. [11]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 6^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 3^0 \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 0,5 = 29,6, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 29,6}{3,14 \cdot 6} = 1571,1, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n=1250 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Отсюда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1250}{1000} = 23,6, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,05 \cdot 1250 = 62,5, \text{ мм/мин.}$$

$$T_{02} = \frac{n_{\text{омс}} \cdot L_{\text{рх}}}{S},$$

$$T_{02} = \frac{3 \cdot 25 \cdot 1}{62,5} = 1,06, \text{ мин.}$$

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 0,58 + 1,06 = 1,64 \text{ мин.}$$

2.9.7 Определим режимы обработки для операции 035 - Сверлильная
Переход 1.

$$L = L_P + L_{\Pi} + L_D, \quad [11]$$

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_D = 1,5 \text{ мм.}$$

$$L = 4,5 + 1 + 1,5 = 6,0, \text{ мм.}$$

Стойкость инструментов

$$T_P = T_M \cdot \lambda.$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

Подача $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$

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

где $v_{\text{ТАБ}} = 15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. [11].$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 4,2} = 811,3, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 800 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,2 \cdot 800}{1000} = 10,6 \text{ , м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{6 \cdot 4}{160} = 0,15, \text{ мин.}$$

Переход 2.

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [11]$$

$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 2,0 \text{ мм.}$$

$$L = 8 + 1 + 2 = 11,0, \text{ мм.}$$

Стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda.$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

Подача $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$

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

где $v_{TAB} = 15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. [11].$

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 5} = 681,5 \text{ , мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 630 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,2 \cdot 800}{1000} = 10,6 \text{ , м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{11 \cdot 1}{126} = 0,09, \text{ мин.}$$

Переход 3.

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [11]$$

$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 2,0 \text{ мм.}$$

$$L = 4,5 + 1 + 2 = 7,5, \text{ мм.}$$

Стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda.$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_p}{L_{p.X}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

Подача $S_0 = 0,8$ мм/об.

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

где $v_{TAB} = 5$ м/мин; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [11].

$$v = 5 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 3,6, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 5} = 229,3, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 200$ мин⁻¹.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 200}{1000} = 3,1, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 200 = 160, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{p.X}}{S_M} = \frac{7,5 \cdot 4}{160} = 0,19, \text{ мин.}$$

Переход 4.

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [11]$$

$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 2,0 \text{ мм.}$$

$$L = 8 + 1 + 2 = 11, \text{ мм.}$$

Стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda.$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин.}$$

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

Подача $S_0 = 1,0$ мм/об.

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

Где $v_{TAB} = 5 \text{ м/мин}$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [11].

$$v = 5 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 3,6, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 6} = 191,1, \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 160}{1000} = 3,0, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 1,0 \cdot 160 = 160, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{11 \cdot 1}{160} = 0,07, \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,15 + 0,09 + 0,19 + 0,07 = 0,50, \text{ мин.}$$

2.9.8 Определим режимы обработки для операции 045 -
Внутришлифовальная черновая.

Диаметр круга – 40,0 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания $V = 35 \text{ м/с}$. [11]

Подача $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$. [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 43,1} = 258,6, \text{ мин}^{-1}.$$

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{34,5}{100} + 0,05 = 0,42, \text{ мин.}$$

2.9.9 Определим режимы обработки для операции 050 -
Внутришлифовальная чистовая.

Диаметр круга – 40,0 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания $V = 35 \text{ м/с}$. [11]

Подача $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$. [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 43,2} = 258,0, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{34,5}{100} + 0,05 = 0,42, \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Анализ конструкции базового приспособления и сущность усовершенствования.

Эскиз операции представлен на рис. 3.1.

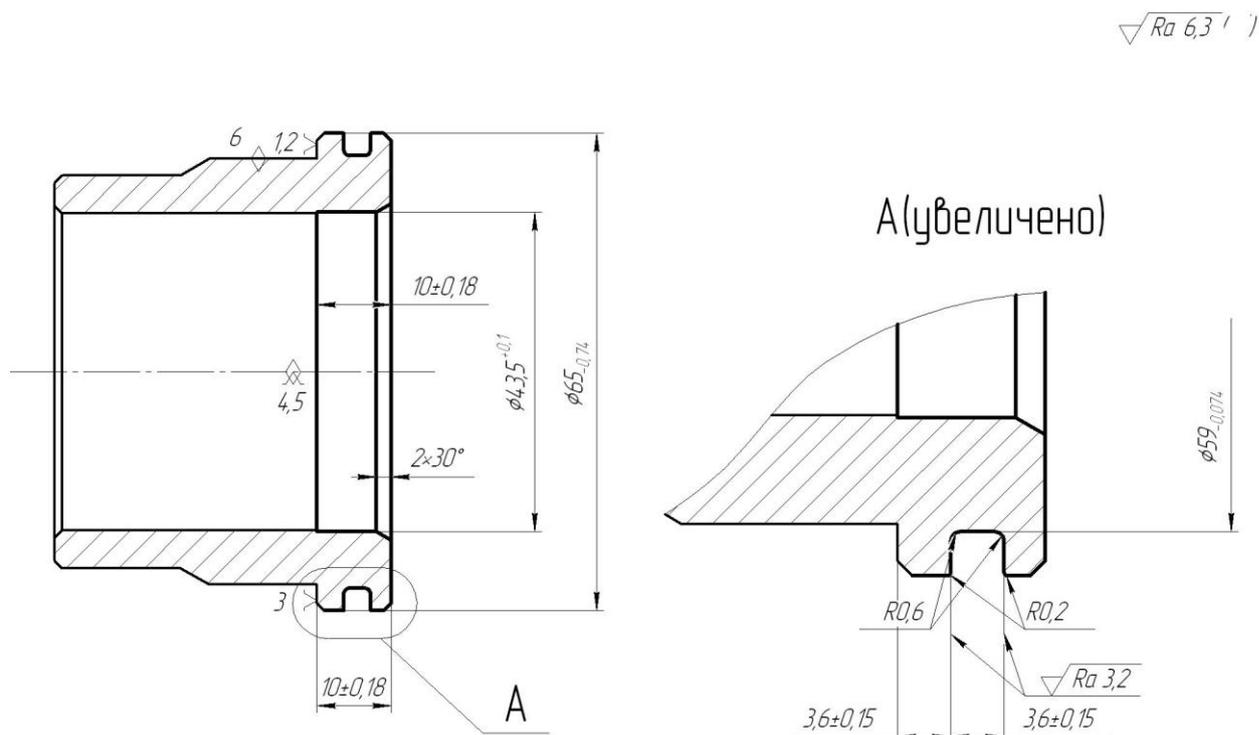


Рисунок 3.1 - Эскиз операции 020

3.2 Определение сил резания.

Расчёт сил резания выполняем по методике, изложенной в [12].

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad [12] \quad (3.1)$$

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

$$\text{Для } P_z : C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15. \quad [12]$$

$$\text{Для } P_y : C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3. \quad [12]$$

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

$$\text{где } K_{MP} = \left(\frac{\delta_6}{750} \right)^{0,75}, \quad (3.3)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,222,$$

$$\begin{aligned} \varphi = 60^0; K_{yp_z} = 0,94; K_{yp_y} = 0,8; \gamma = -3^0; K_{np_z} = 1,05; K_{np_z} = 1,5; \\ \lambda = +0,5^0; K_{np_z} = 1,03; K_{np_y} = 1,15 \end{aligned} \quad [12]$$

$$\text{Тогда } K_{P_z} = K_{MP} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{np_z} \cdot K_{np_z} = 1,222 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 1,2423;$$

$$K_{P_y} = K_{MP} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{np_y} \cdot K_{np_y} = 1,222 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,6864.$$

$$\text{Отсюда } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,0^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 164,8^{-0,15} \cdot 1,2423 = 1554,9, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,0^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 164,8^{-0,3} \cdot 1,6864 = 906,79, \text{ Н.}$$

3.3 Определение зажимного усилия.

Определим крутящий момент от силы резания, стремящийся повернуть заготовку, зажатую в кулачках:

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

Провороту заготовки препятствует момент от зажимной силы, рассчитываемый зависимостью:

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

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

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

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

$$W^1 = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2}, \quad (3.4)$$

Коэффициент запаса K в зависимости от особенностей выполнения операции определяется зависимостью:

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

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

$$K_{p_y} = 2,52; f = 0,3.$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 1554,9 \cdot 65}{0,3 \cdot 58} = 10455,4, \text{ Н.}$$

$$M_p^{11} = P_y \cdot \ell. \quad (3.6)$$

Данному моменту противостоит момент от зажимной силы

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (3.7)$$

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{10455,4}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 12300,5, \text{ Н.} \quad (3.8)$$

3.4 Расчёт зажимного механизма клинового патрона.

Определим усилие Q , с которым действует проектируемый привод.

$$Q = \frac{W_1}{i_c}.$$

Данное соотношение для клинового механизма определяется по формуле:

$$i_{c.kl} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1}, \quad (3.9)$$

где $\alpha = 15...30^\circ$. [12]

Принимаем $\alpha = 20^\circ$.

$$\varphi = \text{arctg} \cdot f_1 = \text{arctg} \cdot 0,1 = 5^\circ 43', \quad \varphi = \varphi_1 = 6^\circ. \quad [12]$$

Передаточное отношение:

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

$$Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{12300,5}{1,9} = 6473,9, \text{ Н.}$$

3.5 Расчёт силового привода.

В сравнительном расчете сделаем попытку применения пневматического привода, так как в каждом производстве имеется пневмосистема для подачи воздуха. Определим диаметр поршня пневмоцилиндра:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}; \quad (3.10)$$

где $P = 0,4$ МПа. [12]

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{6473,9}{0,4}} = 143,8, \text{ мм.}$$

$D = 143,8 > 120$ мм, следовательно применение пневмопривода невозможно.

Выбираем гидравлический привод с давлением масла $P = 1$ МПа, отсюда:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{6473,9}{1,0}} = 90,92, \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 100$ мм.

Рассчитаем ход поршня:

$$S_a = \frac{S_w}{i_n}; \quad (3.11)$$

где $S_w = 0,4$ мм.

$$i_n = \frac{1}{i_c}.$$

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

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

Увеличиваем S_a на 10...15 мм, согласно рекомендациям [12], а значит

$$S_a = 20 \text{ мм}$$

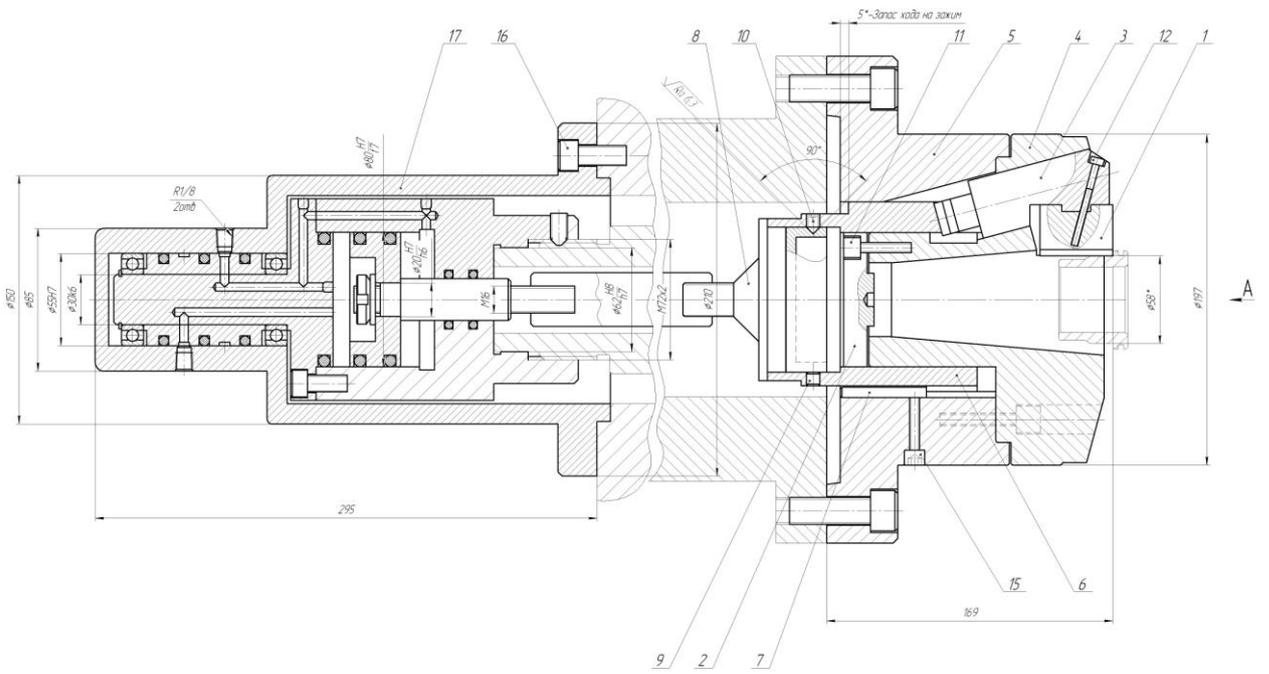


Рисунок 3.2 - Схема установки заготовки

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Задача раздела спроектировать дисковую фрезу для операции 025 Фрезерная для обработки пазов.

Эскиз операции представлен на рисунке 4.1.

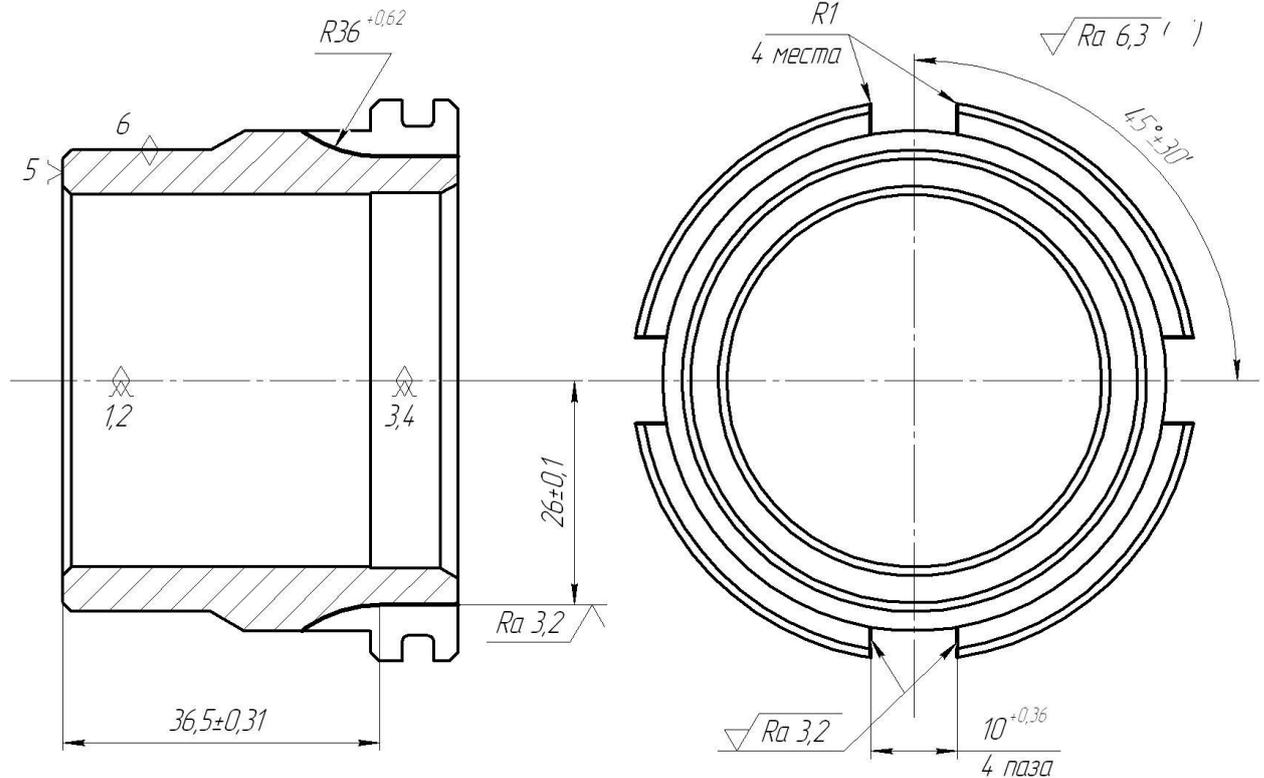


Рисунок 4.1 - Эскиз операции 025 - Фрезерная

Расчёт конструктивных параметров производим по [14]. Диаметр посадочного отверстия определяется из условия обеспечения достаточной прочности и жесткости оправки фрезы по формуле

$$d_0 = 5,28 \cdot h^{0,48} \cdot b^{0,15},$$

где $h = 6,5$ мм – глубина профиля обрабатываемой детали;

$b = 10$ мм – ширина профиля обрабатываемой детали.

$$d_0 = 5,28 \cdot 6,5^{0,48} \cdot 10^{0,15} = 18,3, \text{ мм.}$$

Принимаем из стандартного ряда $d_0 = 27$ мм.

Ориентировочно рассчитаем

$$d_a \approx 2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 27 = 67,5, \text{ мм.}$$

Высота зуба

$$h_1 = h + (1...3) = h + 2,5 = 6,5 + 2 = 8,5, \text{ мм.}$$

Число зубьев фрезы рассчитываем по формуле [14]

$$z = \frac{\pi \cdot d_a}{A \cdot h_1},$$

где $A = 1,3...2,5$. [14]

Принимаем $A = 1,8$ мм.

$$z = \frac{3,14 \cdot 67,5}{1,8 \cdot 8,5} = 13,85.$$

Принимаем $z = 14$.

Обычные фасонные фрезы делают с $\gamma=0$. [14]

Принимаем $\alpha_B = 10^\circ$. [14]

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{R}{R_i} \operatorname{tg} \alpha_o \cdot \sin \tau,$$

Падение затылка $k = \frac{\pi \cdot d_a}{z} \operatorname{tg} \alpha_o$.

$$k = \frac{3,14 \cdot 67,5}{14} \operatorname{tg} 10^\circ = 2,7, \text{ мм, принимаем } k = 3 \text{ мм.}$$

Центральный угол канавки, необходимый для вывода инструмента из зоны обработки:

$$\psi = \frac{360^\circ}{6 \cdot z}, \text{ если } h_1 < 15 \text{ мм; } \psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot z}, \text{ если } h_1 > 15 \text{ мм.}$$

$$\text{В нашем случае } \psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot 14} = 6,43^\circ = 6^\circ 26'.$$

Радиус закругления впадины

$$r = \left(\frac{d_a}{2} - h_1 - k \right) \sin(\psi / 2).$$

$$r = \left(\frac{67,5}{2} - 8,5 - 3 \right) \sin 5^\circ = 1,94 \approx 2, \text{ мм.}$$

Высота зуба фрезы [14]

$$H = h_1 + k + r.$$

$$H = 8,5 + 3 + 1 = 12,5, \text{ мм.}$$

Уточним наружный диаметр фрезы

$$d_a = d_0 + 2m + 2H ,$$

где $m = 10$ мм – ширина фрезы.

$$d_a = 27 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 12,5 = 72 , \text{ мм.}$$

По рассчитанным конструктивным данным оформляем рабочий чертёж фрезы, а также выполняем профиль зубьев в осевом сечении и по передней поверхности с указанием их размеров и допусков на них.

В целях увеличения износостойкости фрезы предлагается упрочнить ее нанесением на режущую часть покрытия TiN методом ионно-плазменной обработки. [15] В результате стойкость инструмента повышается приблизительно в два раза.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления втулки сверлильного станка».

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт технического объекта

| № п/п | Технологическое устройство | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|-------|----------------------------|---|--|--|---------------------------------------|
| 1 | Точение чистовое | Операция 015 Токарная чистовая | Оператор станка с ЧПУ | Станок SAMAT-400XC; токарный поводковый патрон | Сталь 40X; т/с Т15К6; б/р; СОЖ-Волгол |

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

| №п/п | Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ | Производственный вредный и/или опасный фактор | Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора |
|------|---|--|--|
| 1 | Токарная операция | Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте | Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок СА500СФ3К оснащенный системой программного управления |

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

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

Продолжение таблицы 5.3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|------------------------------|---|-----------------|
| | оборудования | обучению по охране труда | |
| 4 | Высокий шум на рабочем месте | Антишумовая обработка участка обработки | Наушники «Кедр» |

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

Таблица 5.4 – Определение характеристик пожара

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

Продолжение таблицы 5.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--------------------------------|---|-------------------------|--|
| | | программног о управления | плавящихся твердых веществ и материалов (В) | промасленно й ветоши | на токопроводя щие части технологиче ских установок, оборудовани я, агрегатов, изделий и иного имущества |

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

| Средств ва первич ного пожаро тушени я | Средств а мобиль ного пожаро тушени я | Установ ки стацион арного пожаро тушени я и/или пожаро тушащи е систем ы | Средств а автомат ики для пожаро тушени я | Оборуд ование для пожаро тушени я | СИЗ для спасения людей | Инструмент для пожаротуше ния (механизиров анный и немеханизир ованный) | Сигнализ ация, связь и оповещен ие при пожаре |
|--|---|---|---|--|---------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Огнет ушите ли, | Пожар ные автомо | Систе мы пенног | Техни ческие средств | Напор ные пожар | Веревки пожарные карабины | Лопаты, багры, ломы, | Автомат ические извещат |

Продолжение таблицы 5.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|--|----------------------------|--|--|---|--------|-----|
| ящики с песко м, пожар ные краны | били и пожар ные лестни цы | о пожар отуше ния | ва опове щения и управл ения эвакуа цией, прибор ы прием но- контро льные | Ные рукава и рукавн ые развет вления | пожарные противога зы, респирато ры | топоры | ели |

Таблица 5.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

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

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|--|
| | автоматов в электроустановках станков | инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ |

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--|--|---|---|
| Название технического объекта и/или производственного техпроцесса | Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования). | Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух) | Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды) | Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|--|--------------------|------------------------------------|---|
| Точение | Токарный станок SAMAT-400XC, оснащенный системой ЧПУ | Пыль металлическая | Взвешенные вещества и нефтепродукт | Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах |

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

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

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

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

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

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

Таблица 6.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

| Базовый вариант | Проектируемый вариант |
|---|---|
| Операция 020 – Токарная | |
| <p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC.</p> <p><u>Оснастка</u> – станочное приспособление с механическим зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,19$ мин</p> | <p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC.</p> <p><u>Оснастка</u> – станочное приспособление с автоматическим зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,19$ мин</p> |
| Операция 025 – Фрезерная | |
| <p><u>Оборудование</u> – горизонтально-фрезерный станок, модель 6P82.</p> <p><u>Оснастка</u> – зажимное приспособление.</p> <p><u>Инструмент</u> – фреза из быстрорежущей стали $T_o = 7,6$ мин</p> | <p><u>Оборудование</u> – горизонтально-фрезерный станок, модель 6P82.</p> <p><u>Оснастка</u> – зажимное приспособление.</p> <p><u>Инструмент</u> – фреза из быстрорежущей стали с покрытием TiN, которое увеличивает стойкость фрезы в 2 раза. $T_o = 7,6$ мин</p> |

Описанные, в таблице 6.1, условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые

для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 10000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом техпроцесса не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

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

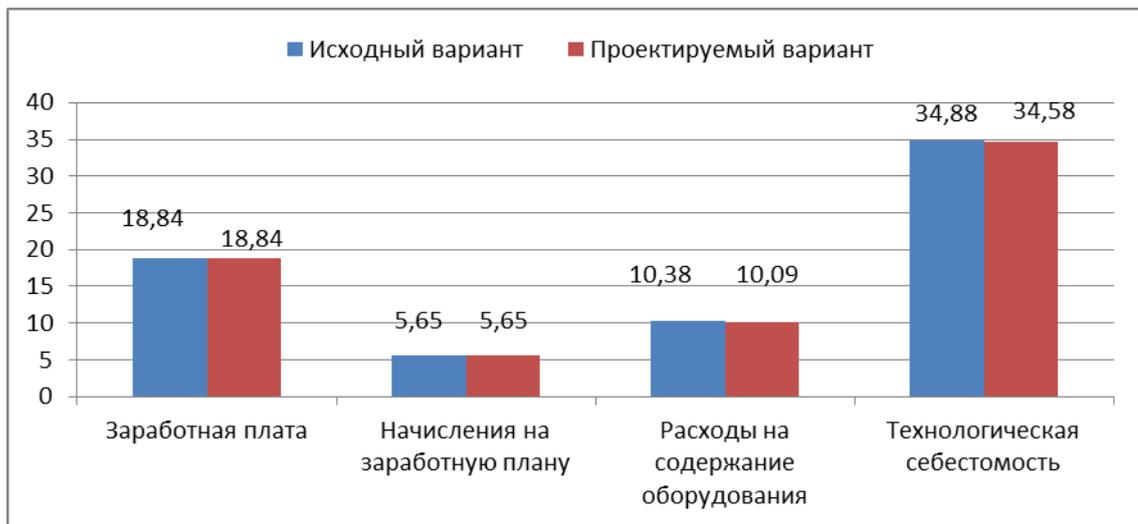


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

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

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 8775,4 руб., в состав которой входят затраты на инструмент и приспособление.

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

полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

| № | Наименование показателей | Условное обозначение, единица измерения | Значение показателей | |
|---|-----------------------------------|---|----------------------|--------|
| 1 | Полная себестоимость | $C_{\text{полн}}$, руб. | 103,78 | 103,48 |
| 2 | Чистая прибыль | $P_{\text{чист}}$, руб. | 2400 | |
| 3 | Срок окупаемости инвестиций | $T_{\text{ок}}$, лет | 5 | |
| 4 | Общий дисконтированный доход | $D_{\text{общ, диск}}$, руб. | 10389,6 | |
| 5 | Интегральный экономический эффект | $E_{\text{инт}} = ЧДД$, руб. | 1614,3 | |
| 6 | Индекс доходности | $ИД$, руб. | 1,18 | |

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно: получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 1614,3 руб.; рассчитано значение срока окупаемости – 5 лет, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия; и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,18 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе выполнен технологический процесс изготовления втулки сверлильного станка, сделан технико-экономический анализ и спроектирована заготовка, рассчитаны припуски на одну из поверхностей детали, техпроцесс оснащен современными технологическими средствами.

На Токарную чистовую операцию 020 спроектирован автоматизированный токарный патрон.

На 025 Фрезерную операцию разработана конструкция дисковой фрезы с износостойким покрытием.

Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
2. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
3. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 320 с.
4. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
5. 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.
6. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
8. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

11. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
12. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.
13. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.
14. Романенко, А.М. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.
15. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
16. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
18. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
19. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
20. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

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

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

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

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

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

ПРИЛОЖЕНИЯ

