

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления корпуса четырех местного
приспособления

| | | | |
|--------------|---|-------|------------------|
| Студент | <u>Е.Н. Троицкий</u> (И.О. Фамилия) | _____ | (личная подпись) |
| Руководитель | <u>В.А. Гуляев</u> (И.О. Фамилия) | _____ | (личная подпись) |
| Консультанты | <u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия) | _____ | (личная подпись) |
| | <u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия) | _____ | (личная подпись) |
| | <u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия) | _____ | (личная подпись) |

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Троицкий Евгений Николаевич. Технологический процесс изготовления корпуса четырех местного приспособления. Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа). Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2018. 54 с.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) рассмотрены вопросы проектирования техпроцесса изготовления детали «корпуса четырех местного приспособления» для среднесерийного типа производства.

Предложен алгоритм, моделирующий силовые характеристики при резании, который имеет универсальный характер и предоставляет возможность в последующих расчетах силовых характеристик использовать наиболее адекватную характеристику процесса резания - скорость снятия припуска.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 Исходные данные | 5 |
| 2 Технологическая часть работы | 9 |
| 3 Проектирование системы автоматического управления | 26 |
| 4 Безопасность и экологичность технического проекта | 37 |
| 5 Экономическая эффективность работы | 41 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 45 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 46 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 49 |

ВВЕДЕНИЕ

В данный момент сложилась ситуация, когда со стороны оборудования появились возможности управления процессом резания в широком диапазоне, а со стороны САМ-систем такие возможности игнорируются или просто не используются. Такое противоречие является движущей силой последующего развития металлообработки резанием, теории резания.

Существует три основных принципа управления любым процессом: по априорной информации, по текущей и по апостериорной информации. Второй из перечисленных методов предусматривает управление по ошибке, когда фактическое поведение управляемого объекта сравнивается с желаемым и образуемая при этом ошибка используется для управления так, чтобы свести самое себя к минимуму. Ясно, что такой метод предусматривает наличие обратной связи и конечно, существенную модернизацию станочного оборудования. И хотя в этом случае можно обойтись без точного знания математической модели управляемого процесса, значительное усложнение оборудования, возможность потери устойчивости и отсутствие надежных датчиков сигналов обратной связи для процесса резания, пока еще сдерживают использование такого метода в производстве.

1 Исходные данные.

Корпус является основой четырех местного приспособления, которое предназначено для многооперационной обработки поверхностей различных деталей. Корпус монтируется в приспособление на четыре сварные стойки, которые установлены в расточках корпуса и крепится винтами и штифтами.

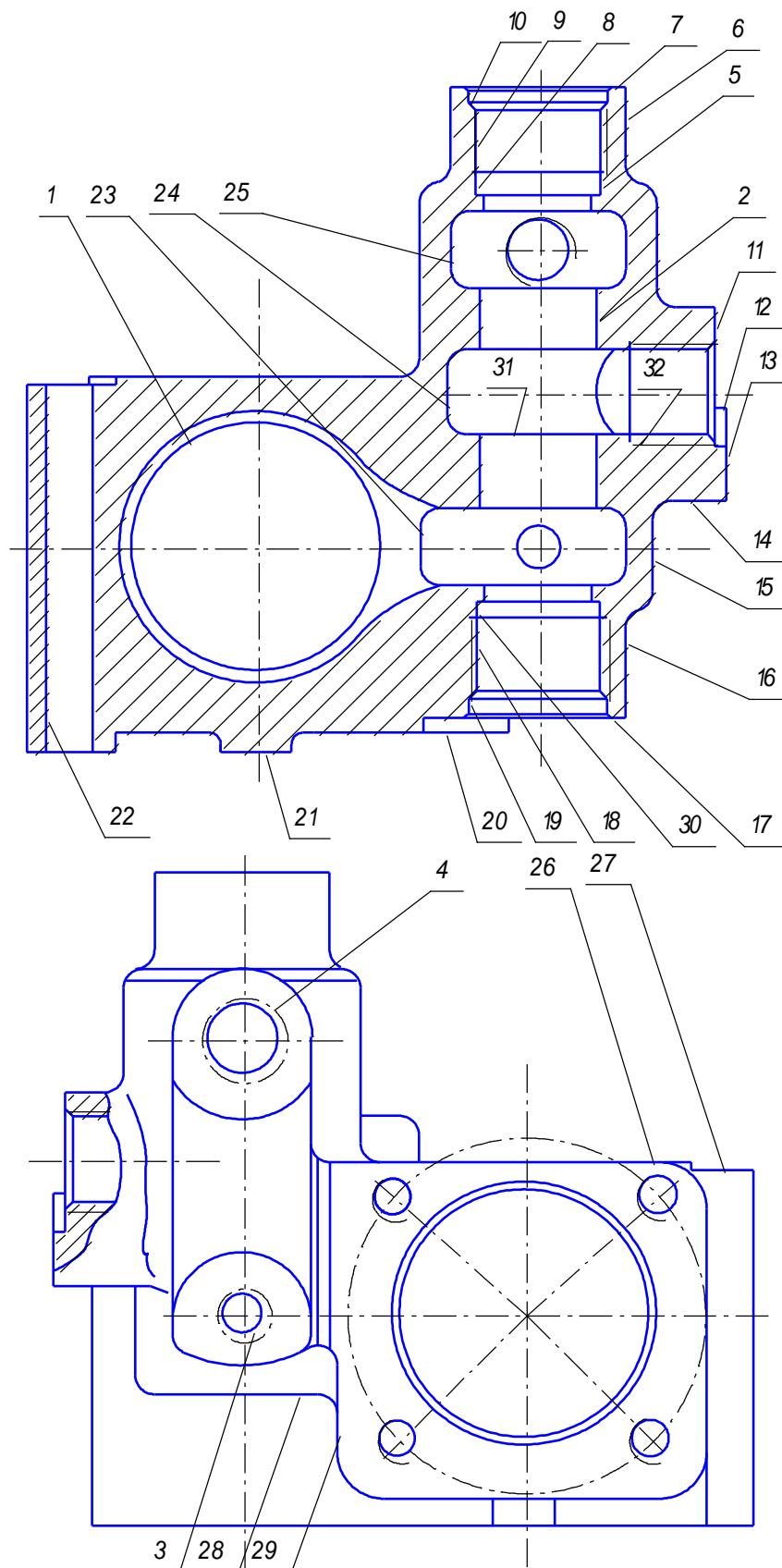


Рисунок 1.1 – Корпус четырех местного приспособления

Таблица 1.1 – Классификация поверхностей.

| Поверхности | № |
|-------------|-------------------|
| ИП | 1, 2, 3, 4 |
| ОК | 7, 10, 11, 12, 13 |
| ВК | 17, 20, 21, 22, |
| СП | Все остальные |

Для обеспечения наилучших технико-экономических показателей в разрабатываемом технологическом процессе необходимо провести общий анализ конструкции корпуса четырех местного приспособления на ее технологичность.

Видим, что данная конструкция четырех местного приспособления позволит проводить механическую обработку в одно и то же время, как минимум, двух поверхностей. Тем самым можем существенно уменьшить требуемое время на механическую обработку. И более того, необходимо использовать высокопроизводительные режимы механической обработки.

Анализ технологичности конструкции.

Деталь имеет достаточную жесткость и прочность, что позволяет повысить режимы обработки в условиях, исключающих возникновение вибрации.

Имеется наличие удобных технологических баз, обеспечивающих надежную ориентацию и закрепление заготовки при возможности обработки ее и сборки изделия с нескольких сторон.

Имеется возможность свободного подвода инструментов при изготовлении детали и ее сборки.

Материал СЧ21-40 ГОСТ1412-84 обладает хорошей обрабатываемостью резанием, вследствие чего имеется возможность назначения высоких скоростей резания.

По данным показателям можно сделать вывод, что деталь – корпус четырех местного приспособления является технологичной.

Выбор стратегии разработки техпроцесса

Корпус четырех местного приспособления имеет $m = 0,6$ кг. При $N_T = 12000$ шт./год. Среднесерийное производство.

Таблица 1.2 – Параметры ТП

| Форма | Вид |
|--------------------------|-------------------------|
| Повторяемость | Периодичность |
| Унификация | Типовой ТП |
| Заготовка | Литье |
| Припуски | Расчёт припусков |
| Оборудование | Универсальное |
| Загрузка оборудования | Смена детали |
| Расстановка оборудования | Направление грузопотока |
| Настройка оборудования | Измерение |
| Оснастка | Универсальная |
| Подробность | МК на одну операцию |
| Нормирование | Пооперационное |

2 Технологическая часть работы.

При литье в кокиль построим таблицу.

Таблица 2.1

| Размер | Допуск | Припуск |
|--------|--------|-----------|
| Ø50 | 1.5 | 2.0...2.5 |
| Ø48 | 1.2 | 2.0...2.5 |
| 324 | 1.2 | 2.0...2.5 |
| 136 | 1.5 | 2.0...2.5 |
| 40 | 1.2 | 2.0...2.5 |
| 36 | 1.2 | 2.0...2.5 |

При литье в керамические формы построим таблицу.

Таблица 2.2

| Размер | Допуск | Припуск |
|--------|--------|-----------|
| Ø50 | 1.5 | 2.2...2.7 |
| Ø48 | 1.2 | 2.2...2.7 |
| 324 | 1.2 | 2.2...2.7 |
| 136 | 1.5 | 2.2...2.7 |
| 40 | 1.2 | 2.2...2.7 |
| 36 | 1.2 | 2.2...2.7 |

Годовая программа выпуска $N_2 = 12000$ изделий в год.

В данном разделе приведем сравнение двух методов получения заготовки. Но сначала определим массу детали. Для этого воспользуемся автоматической программой. В которую задаются сведения о материале и размеры.

По результатам расчета масса детали = 0,6 кг.

Материал детали – чугун СЧ21-40 ГОСТ1412-84. Программа выпуска 12000 шт.

Определим затраты относительно 1 кг стружки.

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_H \cdot C_K \text{ руб./кг.}$$

где

$$C_c - 0,188 \text{ руб./кг};$$

E_H – коэффициент капиталовложений ($E_H = 0,1 \dots 0,2$);

$$C_K - 0,566 \text{ руб./кг};$$

$$C_{\text{мех}} = 0,188 + 0,1 \cdot 0,566 = 0,24 \text{ руб./кг.}$$

Определяем стоимость 1 кг заготовки, полученной литьем в оболочковые формы.

$$C_{\text{заг.}} = C_{\text{лит.}} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II}; \text{ руб.}$$

где

$C_{\text{лит.}}$ - базовая стоимость 1 кг литьем в оболочковые формы – 0,315;

K_T - 1,0 (5 класс)

K_C – 0,75 (5 группа сложности)

K_B - 1,33 (так как масса 0,6 кг)

K_M - коэффициент, зависящий от марки материала – 1,21 (так как материал СЧ 18-36)

K_{II} - коэффициент, зависящий от объемов выпуска – 0,8 (так как объем выпуска больше базового).

$$C_{\text{заг.}} = 0,315 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,33 \cdot 1,21 \cdot 0,8 = 0,304 \text{ кг.}$$

Определим затраты на 1 кг заготовки, полученной методом литья.

$$C_{\text{заг.}} = C_{\text{отл.}} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II};$$

где

$C_{\text{отл.}}$ - базовая стоимость 1 кг литых заготовок – 1,6 руб., (для отливок получаемых литьем в песчаные формы)

$K_T - 1,03$ (2 класс)

$K_C - 0,7$ (1 группа сложности)

$K_B - 1,0$ (так как масса $0,6$ кг и материал сталь)

K_M - коэффициент зависящий от марки материала – $1,21$ (так как СЧ21-40 ГОСТ1412-84)

K_{II} - коэффициент зависящий от объемов выпуска – $0,5$ (группа серийности).

$$C_{заг.} = 1,6 \cdot 1,03 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,21 \cdot 0,5 = 0,697 \text{ кг.}$$

Определяем технологическую себестоимость изготовления детали.

$$C_T = \frac{q}{K_{им}} [C_{заг.} + C_{мех.} + C_{отх}] \cdot K_{им}, \text{ руб.}$$

где

q - m детали $0,6$ кг,

$C_{отх}$ - стоимость 1 кг. отходов серого чугуна – $0,0144$ руб./кг.

Технологическая себестоимость:

$$C_{T1} = \frac{2,1}{0,84} [1,34 + 0,24 + 0,0144] \cdot 0,84 = 0,498 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость литья в песчаные формы

$$C_{T2} = \frac{2,1}{0,61} [0,697 + 0,24 + 0,0144] \cdot 0,61 = 1,43 \text{ руб.}$$

Экономия:

$$\mathcal{E}_T = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N_T, \text{ руб.}$$

где N_T = годовая программа выпуска.

$$\mathcal{E}_T = (1,43 - 0,489) \cdot 12000 = 28230 \text{ руб.}$$

Вывод: на основании сопоставленных рассмотренных технологических вариантов
выбираем литье в керамические формы.

Выбор методов обработки поверхностей.

Таблица 2.3 – Маршрут обработки

| № оп | Операция | Оборудование | R_a | IT | Номер поверхности | Технологические переходы |
|------|-------------------------------|---|-------|------|-------------------|--------------------------|
| 005 | Сверлильно-фрезерно-расточная | Обрабатывающий центр | 3,2 | 10 | 21, 20 | Фрезерование торца |
| | | | 3,2 | 10 | 2 | Фрезерование торца |
| | | | 6,3 | 10 | 19, 30 | Сверление отверстия |
| | | | 3,2 | 8 | 18 | Нарезание резьбы |
| 010 | Агрегатная | Агрегатный семи позиционный полуавтомат | 6,3 | 10 | 7, 27 | Фрезерование торца |
| | | | 6,3 | 10 | 10 | Развертывание отверстия |
| | | | 3,2 | 8 | 9 | Нарезание резьбы |
| | | | 3,2 | 8 | 8 | Развертывание отверстия |
| | | | 3,2 | 8 | 25 | Растачивание отверстия |
| | | | 6,3 | 10 | 24 | Растачивание отверстия |
| 015 | Сверлильно-расточная | Обрабатывающий центр | 6,3 | 10 | 1, 4, 3 | Сверление отверстия |
| | | | 3,2 | 8 | 31 | Сверление отверстия |
| | | | 6,3 | 8 | 4, 32 | Нарезание резьбы |
| | | | 3,2 | 7 | 23 | Развертывание отверстия |
| | | | 3,2 | 8 | 16 | Сверление отверстия |

План изготовления корпуса четырех местного приспособления представлен на листе А1 графической части проекта.

Расчет припуска.

Расчет припуска на обработку точной поверхности 24 торца с размером 150 мм под точную установку на корпус шпинделя токарного станка по эмпирическим формулам аналитическим методом.

Всю информацию о расчетном припуске сводим в таблицу 2.4, где указываем качество точности и допуск обрабатываемой поверхности: для отливки; для технологических переходов.

Погрешность установки заготовки в приспособление $\varepsilon = 0$, так как технологические и измерительные базы совпадают на первом переходе, а последующие переходы обрабатываются с одного установа.

Суммарное отклонение формы и расположения поверхностей принимаем:

$$\Delta^i \approx 0,25 Td^{i-1} \quad (2.1)$$

Пространственное отклонение поверхностей Δ : для литья корпусных деталей удельная изогнутость и коробление $\rho = 2 \text{ мкм/мм}$.

Для торца $150 = 1, \text{ мм}$:

$$\Delta = 1 * \rho = 150 * 0,002 = 0,3 \text{ мм}.$$

Таблица 2.4 – Расчет припусков на размер 150 h7 ($_{-0,04}$).

| № пере хода | Наимено вание перехода | IT | Td | Составляющие припуска | | | | Припуск | | Размеры | |
|-------------------|------------------------------|------|-------|--------------------------|-----|---------------|---------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | | | | Rz | h | Δ , мм | ε | Z_{min} | Z_{max} | D_{min} | D_{max} |
| 0 | Отливка | 14 | 0,25 | 32 | 170 | 0,100 | - | 0,4608 | 0,598 3 | 150,024 | 150,3426 |
| 1 | Точение | 10 | 0,039 | 6,3 | 25 | 0,025 | - | 0,115 | 0,184 5 | 149,985 | 150,1126 |
| 2 | Точени е | 8 | 0,025 | 3,2 | 10 | 0,009 7 | - | 0,0563 | 0,088 3 | 149,96 | 150,000 |

Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$Z_{min} = Rz + h + \sqrt{(\Delta^2)^{i-2} + (\varepsilon^2)^{i-2}} \quad (2.2)$$

$$Z^1_{min} = R^0_z + h^0 + \sqrt{(\Delta^2)^0 + (\varepsilon^2)^1} = 0,0125 + 0,040 + 0,0625 = 0,115$$

$$Z^2_{min} = R^1_z + h^1 + \sqrt{(\Delta^2)^1 + (\varepsilon^2)^2} = 0,0063 + 0,025 + 0,025 = 0,0563$$

Максимальный припуск находим по формуле:

$$Z^i_{max} = Z^i_{min} + 0.5 * \varepsilon = 0,0563 + 0,5 * (0,025 + 0,039) = 0,0883 \quad (2.3)$$

Максимальный диаметр:

$$D^{i-1}_{max} = D^i_{max} + 2Z^i_{min} \quad (2.4)$$

$$D^1_{max} = D^2_{max} + 2Z^2_{min} = 150,000 + 2 * 0,0563 = 150,1126 \text{ мм}$$

$$D^0_{max} = D^1_{max} + 2Z^1_{min} = 150,1126 + 2 * 0,115 = 150,3426 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр:

$$D^i_{min} = D^i_{max} + Td^i \quad (2.5)$$

$$D^1_{min} = D^1_{max} + Td^1 = 149,96 + 0,025 = 149,985 \text{ мм}$$

$$D^0_{min} = D^0_{max} + Td^0 = 149,985 + 0,039 = 150,024 \text{ мм}$$

Общие припуски на заготовку:

$$Z^0_{min} = 0,5*(D^1_{max} - D^K_{min}) \quad (2.6)$$

где D^K_{min} - минимальный диаметр на последнем переходе;

$$Z^0_{max} = Z^0_{min} + 0,5*(Td^0 + Td^K), \quad (2.7)$$

где Td^K – допуск на размер на последнем переходе.

$$Z^0_{min} = 0,5*(150,3426 - 149,96) = 0,1913$$

$$Z^0_{max} = 0,5*(0,250 + 0,0125) = 0,5983$$

Припуски и допуски на остальные поверхности.

Припуски и допуски остальных поверхностей определяем табличным методом. В качестве заготовки используем отливку. Метод получения - литьё по выплавляемым моделям, что отвечает задачам массового производства - достаточная точность заготовки при относительно средней цене получения. По таблице 2.5 выбираем допуски на размер заготовки для 5 класса точности размеров отливки. По таблице 2.5 по величине допуска и первому ряду припусков определяем величины припусков.

Таблица 2.5 – Припуски и допуски на обработку.

| Размер, мм | Допуск, мм | Припуск, мм |
|------------------|------------|-------------|
| $\varnothing 48$ | $\pm 0,70$ | 1,0/1,4 |
| $\varnothing 37$ | $\pm 0,70$ | 1,0/1,4 |
| 79 | $\pm 0,70$ | 1,0/1,4 |
| 49 | $\pm 0,70$ | 1,0/1,4 |
| 95 | $\pm 0,56$ | 0,9/1,2 |
| 36 | $\pm 0,56$ | 0,9/1,2 |
| $\varnothing 92$ | $\pm 0,56$ | 0,9/1,2 |

Согласно ГОСТа 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов» принимаем класс – 5, степень коробления – 5, степень точности – 7, класс отливки – 5.

Технические требования по ГОСТ 26645-85.

Все полученные данные учитываем при оформлении листа.

Выбор СТО.

Таблица 2.6 – Выбор СТО

| Операция | Инструмент | Приспособление | Мерительный инструмент |
|----------|------------------------|--|--|
| 005 | | Пневматический зажим | ШЦ-2 (штангенциркуль) ГОСТ 160-80 |
| | Фреза торцевая Ø125 | Оправка со шпонкой | |
| | Фреза Ø32 | Втулка Морзе 4 | |
| | Сверло Ø8.5 | Патрон цанговый | |
| | Развертка Ø8.9 | Патрон цанговый | |
| 010 | | Пневматический зажим | ШЦ-2 (штангенциркуль) ГОСТ 160-80 Пробка резьбовая Нутромер TESA |
| | Сверло Ø8.5 | Оправка со шпонкой | |
| | Развертка Ø8.9 | Втулка Морзе 4 | |
| | Сверло Ø8.5 | Патрон цанговый | |
| | Резец расточной | Головка расточная Головка расточная | |
| 015 | | Пневматический зажим | ШЦ-2 (штангенциркуль) ГОСТ 160-80 Пробка резьбовая Нутромер TESA |
| | Сверло Ø4 | Оправка со шпонкой | |
| | Сверло Ø8 | Втулка Морзе 4 | |
| | Развертка Ø7,5 | Втулка Морзе 4 | |
| | Сверло Ø8.5 | Втулка Морзе 1 | |
| | Метчик М4х1.25 | Патрон цанговый | |
| | Резец расточной | Головка расточная | |

Проектирование технологических операций.

Расчет режимов резания

Операция 005.Сверлильно-фрезерно-расточная.

Позиция 2. Фрезерная.

Фрезерование плоскости.

Фреза 035-2241-0002 ОСТ 2И21-7-84

$$z = 10$$

$\varnothing 125$ – диаметр фрезы

$$S_z = 0.15 \text{ мм/зуб.}$$

$$T = 480 \text{ мин}$$

$$t = 353 \text{ мм}$$

$$B = 0.6 \text{ мм} – \text{припуск}$$

$$V = (\pi * 250 * 125) / 1000 = 98.18 \text{ м/мин}$$

Рассчитываю подачу S_{min}

$$S_{min} = n * S_z * z, \text{ (мм/мин)}$$

$$S_{min} = 250 * 0.15 * 10 = 375 \text{ мм/мин}$$

$$P_z = [(10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z * K_p) / (D^q * n^\omega)] * 0.25, (H)$$

где $C_p = 261$; $x_p = 0.9$; $y_p = 0.8$; $u_p = 1.1$; $\omega_p = 0.1$; $q_p = 1.1$

$$K_p = 1$$

$$P_z = (10 * 261 * 353^{0.9} * 0.15^{0.8} * 0.6^{1.1} * 10 * 1) / (125^{1.1} * 250^{0.1}) * 0.25 = 487.7 \text{ H}$$

Момент: $M = (487.7 * 125) / 200 = 304.8 \text{ H*м}$

Мощность: $N = (487.7 * 98.18) / (1020 * 60) = 0.8 \text{ кВт}$

Позиция 3. Фрезерная.

Фрезерование платиков.

Фреза 2140-0204 ГОСТ3755-78

$$z = 16$$

$\varnothing 32$ – диаметр фрезы

$$S_z = 0.23 \text{ мм/зуб.}$$

$$T = 120 \text{ мин}$$

$$t = 10 \text{ мм}$$

$$u_v = 0.15; p_v = 0.1; m = 0.2$$

$$V = (155 * 32^{0.25} * 0.9) / (120^{0.2} * 10^{0.1} * 0.23^{0.4} * 0.6^{0.15} * 16^{0.1}) = 132.7 \text{ м/мин}$$

$$V = (\pi * 250 * 32) / 1000 = 25.13 \text{ м/мин}$$

Рассчитываю подачу S_{min}

$$S_{min} = n * S_z * z, \text{ (мм/мин)}$$

$$S_{min} = 250 * 0.23 * 16 = 920 \text{ мм/мин}$$

$$P_z = (10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z * K_p) / (D^q * n^\omega), \text{ (H)}$$

где $C_p = 82.2$; $x_p = 0.95$; $y_p = 0.8$; $u_p = 1.1$; $\omega_p = 0$; $q_p = 1.1$

$$K_p = K_{np} = 1$$

$$P_z = (10 * 82.2 * 10^{0.95} * 0.23^{0.8} * 0.6^{1.1} * 16 * 1) / (32^{1.1} * 250^0) = 110.5 \text{ H}$$

$$M = (110.5 * 32) / 200 = 17.7 \text{ Н*м}$$

$$N = (110.5 * 25.13) / (1020 * 60) = 0.05 \text{ кВт}$$

Позиция 5. Развертывание.

Развертывание отверстий $\varnothing 8$

Развертка 2363-2077 ГОСТ11175-80

Тип 1 – твердый сплав

$$z = 4$$

$$t = 0.5(d_0 - d) = 0.5(8 - 7.7) = 0.15 \text{ мм}$$

стойкость $T = 30 \text{ мин}$

подача $S_0 = 0.6 \text{ мм/об.}$

$$T_0 = T_{рез} + T_{вых}$$

$$T_{рез} = T_{раб} + T_{бх} = 0.08 + 0.017 = 0.097 \text{ мин}$$

$$T_{раб} = (2 * L_p) / (S_0 * n) = (2 * 19) / (0.6 * 800) = 0.08 \text{ мин}$$

$$T_{бх} = 0.017 \text{ мин}$$

$$T_{вых} = 0.034 \text{ мин}$$

$$T_0 = T_{рез} + T_{вых} = 0.097 + 0.034 = 0.131 \text{ мин}$$

Позиция 2. Фрезерная.

Фреза 035-2241-0002 ОСТ 2И21-7-84

$$z = 10$$

Ø125 - диаметр фрезы

$$S_z = 0.1 \text{ мм/зуб.}$$

$$T = 480 \text{ мин}$$

$$t = 353 \text{ мм}$$

$$B = 0.6 \text{ мм} - \text{припуск}$$

$$V = (\pi * 250 * 125) / 1000 = 98.18 \text{ м/мин}$$

Рассчитываю подачу S_{min}

$$S_{min} = n * S_z * z, \text{ (мм/мин)}$$

$$S_{min} = 250 * 0.1 * 10 = 250 \text{ мм/мин}$$

$$P_z = (10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z * K_p) / (D^q * n^\omega) * 0.25, (H)$$

где $C_p = 261$; $x_p = 0.9$; $y_p = 0.8$; $u_p = 1.1$; $\omega_p = 0.1$; $q_p = 1.1$

$$K_p = K_{np} = 1.0,$$

$$P_z = (10 * 261 * 353^{0.9} * 0.1^{0.8} * 0.6^{1.1} * 10 * 1.07) / (125^{1.1} * 250^{0.1}) * 0.25 = 355.3 \text{ H}$$

$$\text{Момент: } M = (355.3 * 125) / 200 = 222.1 \text{ H*м}$$

$$\text{Мощность: } N = (355.3 * 98.18) / (1020 * 60) = 0.6 \text{ кВт}$$

$$V = (\pi * d * n) / 1000 = 77.8 \text{ м/мин}$$

где $K_{mp} = 1$

$$K_{\varphi p}^z = 0.89; K_{\varphi p}^y = 0.50; K_{\varphi p}^x = 1.$$

$$K_p^z = 1 * 0.89 * 1 * 1 = 0.89$$

$$K_p^y = 1 * 0.50 * 1 * 1 = 0.50$$

$$K_p^x = 1 * 1.17 * 1 * 1 = 1.17$$

$$N = (17.9 * 77.8) / (1020 * 60) = 0.03 \text{ кВт}$$

$$K_{\varphi p}^z = 0.89; K_{\varphi p}^y = 0.50; K_{\varphi p}^x = 1.17$$

$$K_p^z = 1 * 0.89 * 1 * 1 = 0.89$$

$$K_p^y = 1 * 0.50 * 1 * 1 = 0.50$$

$$K_p^x = 1 * 1.17 * 1 * 1 = 1.17$$

$$N = (17.9 * 101.9) / (1020 * 60) = 0.03 \text{ кВт}$$

$$K_{\varphi p}^z = 0.89; K_{\varphi p}^y = 0.50; K_{\varphi p}^x = 1.17$$

$$K_p^z = 1 * 0.89 * 1 * 1 = 0.89$$

$$K_p^y = 1 * 0.50 * 1 * 1 = 0.50$$

$$K_p^x = 1 * 1.17 * 1 * 1 = 1.17$$

$$N = (10.8 * 87.7) / (1020 * 60) = 0.02 \text{ кВт}$$

$$K_{\varphi p}^z = 0.89; K_{\varphi p}^y = 0.50; K_{\varphi p}^x = 1.17$$

$$K_p^z = 1 * 0.89 * 1 * 1 = 0.89$$

$$K_p^y = 1 * 0.50 * 1 * 1 = 0.50$$

$$K_p^x = 1 * 1.17 * 1 * 1 = 1.17$$

$$N = (14.3 * 73.5) / (1020 * 60) = 0.02 \text{ кВт}$$

Позиция 5. Фрезерная.

Фрезерование паза шириной 14 мм.

Фреза 035-2241-0002 ОСТ 2И21-7-84

$$z = 4$$

$\varnothing 6$ - диаметр фрезы

$$S_z = 0.15 \text{ мм/зуб.}$$

$$T = 120 \text{ мин}$$

$$t = 3 \text{ мм}$$

$$B = 6 \text{ мм}$$

$$V = (\pi * 800 * 6) / 1000 = 15.1 \text{ м/мин}$$

Рассчитываю подачу S_{min}

$$S_{min} = n * S_z * z, \text{ (мм/мин)}$$

$$S_{min} = 800 * 0.15 * 4 = 480 \text{ мм/мин}$$

$$P_z = [(10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z * K_p) / (D^q * n^\omega)] * 0.25, \text{ (H)}$$

где $C_p = 261$; $x_p = 0.9$; $y_p = 0.8$; $u_p = 1.1$; $\omega_p = 0.1$; $q_p = 1.1$

$$K_p = K_{np} = 1,$$

$$P_z = (10 * 261 * 3^{0.9} * 0.15^{0.8} * 6^{1.1} * 4 * 1) / (6^{1.1} * 800^{0.1}) * 0.25 = 716.5 \text{ H}$$

$$\text{Момент: } M = (716.5 * 6) / 200 = 21.5 \text{ Н*м}$$

$$\text{Мощность: } N = (716.5 * 15.1) / (1020 * 60) = 0.18 \text{ кВт}$$

Позиция 6. Фрезерная.

Фрезерование паза шириной 6 мм.

$$z = 4$$

$\varnothing 6$ - диаметр фрезы

$$S_z = 0.15 \text{ мм/зуб.}$$

$$T = 120 \text{ мин}$$

$$t = 3 \text{ мм}$$

$$B = 15 \text{ мм}$$

$$V = (\pi * 800 * 6) / 1000 = 15.1 \text{ м/мин}$$

Рассчитываю подачу S_{min}

$$S_{min} = n * S_z * z, \text{ (мм/мин)}$$

$$S_{min} = 800 * 0.15 * 4 = 480 \text{ мм/мин}$$

$$P_z = [(10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z * K_p) / (D^q * n^\omega)] * 0.25, \text{ (Н)}$$

где, $C_p = 261$; $x_p = 0.9$; $y_p = 0.8$; $u_p = 1.1$; $\omega_p = 0.1$; $q_p = 1.1$

$$K_p = K_{np} = 1$$

$$P_z = (10 * 261 * 3^{0.9} * 0.15^{0.8} * 15^{1.1} * 4 * 1) / (6^{1.1} * 800^{0.1}) * 0.25 = 1960.3 \text{ Н}$$

$$\text{Момент: } M = (1960.3 * 6) / 200 = 58.8 \text{ Н*м}$$

$$\text{Мощность: } N = (1960.3 * 15.1) / (1020 * 60) = 0.48 \text{ кВт}$$

3 Проектирование системы автоматического управления.

При обработке резанием к технологической обрабатывающей системе (ТОС) подводится энергия, большая часть которой тратится на образование тепла, которое приводит к изменению температуры всех компонентов ТОС, особенно режущего инструмента и заготовки. Повышение температуры инструмента провоцирует потерю режущей способности, его изнашивание, и, наконец, уменьшение стойкости. Изменение температуры заготовки, особенно поверхностного слоя, который будет принадлежать детали, приводит к перераспределению напряжений и может вызвать структурные изменения фазового состояния. Поэтому теплофизический анализ процесса обработки резанием имеет большое значение для усовершенствования процесса, повышение его производительности, обеспечение качества обработанной поверхности.

Механическая обработка резанием лезвийными режущими инструментами характеризуется силой взаимодействия рабочих поверхностей лезвия инструмента со слоем срезаемого припуска и обрабатываемыми поверхностями заготовки. Сила взаимодействия инструмента с заготовкой состоит из силы образования стружки, необходимой для деформации слоя срезаемого припуска в зоне резания, силы контактного взаимодействия стружки с передней поверхностью инструмента, а также силы взаимодействия задних поверхностей инструмента с поверхностями заготовки, величина которой может существенно увеличиваться при изнашивании поверхностей инструмента. Две последних составляющих силы резания, по сути, являются силами трения. Сумма указанных составляющих создает силу резания, которая является вектором и характеризуется величиной и направлением. В процессе обработки в результате колебания припуска и изменения механических характеристик материала обрабатываемой детали, величина и направление

силы резания изменяется, что создает дополнительные трудности расчета силовых характеристик процесса резания.

Температура в зоне резания существенно влияет на производительность процесса. Поэтому ее можно использовать в качестве критерия регулирования для оптимизации процесса резания при применении систем автоматического регулирования.

В работе были доказаны положения о постоянной величине оптимальной температуры. Сущность положения состоит в том, что для заданного материала заготовки и инструмента существует такое значение температуры зоны резания, которое обеспечивает оптимальные условия обработки. Причем, для избранной пары материала заготовки и инструмента оптимальная температура остается неизменной при изменении условий резания: сечения срезаемого слоя припуска, скорости резания, геометрических параметров инструмента и т.п.

Многочисленными исследованиями было установлено, что именно температура в зоне резания более всего влияет на процессы изнашивания режущего инструмента и его стойкость. По причине неравномерного нагревания на передней поверхности инструмента образуется характерное углубление, которое называется лункой изнашивания. Максимальная глубина лунки совпадает с зоной максимальной температуры, а менее изношенная поверхность расположена непосредственно возле режущей кромки.

Для контроля и измерения температуры при резании современная измерительная техника предлагает разные методы измерения и многочисленные приборы для контроля. Конкретный выбор метода и средства измерения обуславливается необходимой точностью, инерционностью, рабочим интервалом температур. Также надо учитывать и особенности технологической обрабатывающей системы: затрудненный доступ к зоне резания, подвижность, малые геометрические размеры и т.п.

Процессы обработки резанием характеризуются значительным разнообразием, однако, теплофизический анализ всегда начинается с

исследования теплообмена в зоне резания, а при всех видах лезвийной обработки - с исследования теплообмена при обработке простым режущим клином, поскольку такой клин является основным элементом инструмента любой сложности.

Для изучения процессов теплообмена при резании можно воспользоваться схемой токарной обработки, которая представлена на рисунке 3.1.

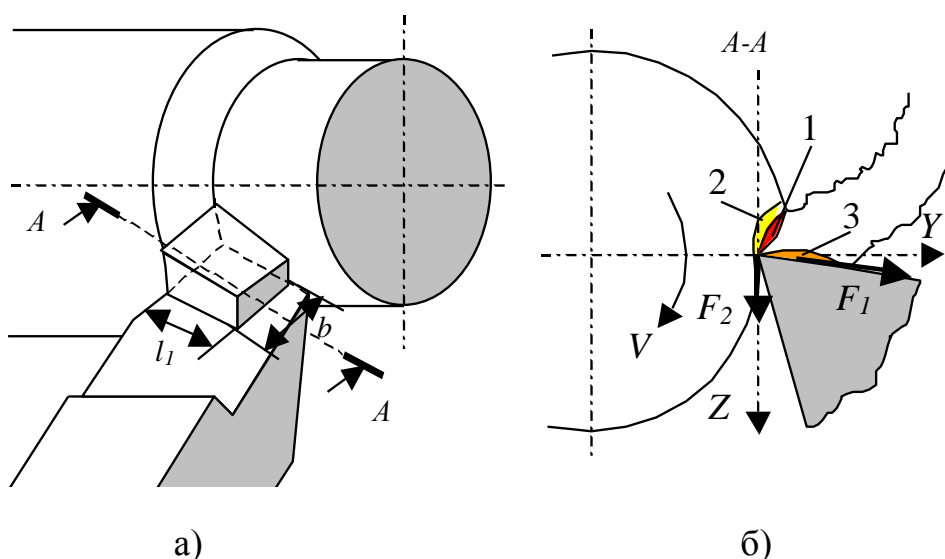


Рисунок 3.1 – Схема зоны резания

В соответствии с общепринятой теорией, образование тепла при резании рассматривается по следующим зонам. В зоне 1, которая расположена под углом сдвига обрабатываемого материала, главным источником тепла являются упруго-пластические деформации материала, в зоне 2, расположенной в заготовке близ зоны резания, – упруго-пластические деформации и трение задней поверхности режущего клина и заготовки, а в зоне 3 – трение стружки по передней поверхности инструмента.

Для исследования физических закономерностей разных видов обработки силу резания раскладывают на три составляющие в ортогональном координатном пространстве осей OZ , OY и OX . Главная ось OZ совпадает с направлением вектора скорости главного движения резания. Соответственно

проекцию силы резания на ось OZ называют главной составляющей P_z силы резания, а если главное движение резания вращательное, то ее еще называют касательной составляющей силы резания.

Ось OX совпадает с осью главного движения резания заготовки или инструмента, а проекция силы резания на эту ось называется осевой составляющей P_x силы резания. Последняя, ортогональная координата OY направлена по радиусу обрабатываемой заготовки или по радиусу режущего инструмента и называется радиальной составляющей P_y силы резания. Представление силы резания ее составляющими обеспечивает удобство определения многих характеристик процесса резания, а именно: мощности резания, точности обработки, нагрузки режущего инструмента и его деформации, нагрузки на элементы кинематической цепи механизма подачи, количества теплоты, выделяемой в процессе резания и т.д. Соответственно, знание силовых характеристик процесса обработки, позволяет рассчитывать и прогнозировать упругие деформации ТОС, тепловые деформации инструмента, заготовки или частей станочного оборудования, условия обработки и делать оценку автоколебаний, которые возникают в упругой ТОС.

Общая мощность теплообразования при резании принимается эквивалентной механической работе деформации материала заготовки в зоне резания:

$$A = A_a + A_{1\delta} + A_{2\delta}, \quad (3.1)$$

где A_δ – работа деформации в зоне 1 по рис 3.2; A_{1m} – работа сил F_1 трения на передней поверхности в зоне 3; A_{2m} – работа сил F_2 трения по задней поверхности в зоне 2 по рисунку 3.1.

Для большинства процессов лезвийной обработки средние соотношения выглядят так: $F_1 = 0.75P_z$, а $F_2 = 0.02P_z$. Такое же соотношение сохраняется и

для соответствующих составляющих работы. С учетом скорости резания и известных физических законов, имеем:

$$\begin{aligned} A_{\dot{a}} &= \mathbf{P}_z - F_2 \dot{V} - F_1 V_1, \\ A_{1\dot{o}} &= F_1 V_1, \quad A_{2\dot{o}} = F_2 V, \end{aligned} \quad (3.2)$$

где V – скорость резания, V_1 – скорость движения стружки.

Скорость движения стружки отличается от скорости резания благодаря ее усадке, таким образом $V_1 = V/k_{yc}$, где k_{yc} – коэффициент усадки стружки ($k_{yc} > 1$).

Выделяемое в процессе резания тепло, распространяется по всей ТОС и провоцирует нагревание всех составляющих системы, в первую очередь стружки, инструмента и заготовки. При этом выдерживается следующий тепловой баланс:

$$Q = Q_{\dot{n}} + Q_i + Q_c + Q_o, \quad (3.3)$$

где Q_c – тепло стружки, Q_i – тепло инструмента, Q_z – тепло заготовки, Q_o – тепло окружающей среды.

Для режима резания, который обычно применяется на практике, можно считать все тепловые источники, действующие на поверхности стружки и в ее середине такими, которые движутся быстро. Поэтому можно принять, что тепло, генерируемое ими, впереди источников тепла не распространяется. Таким образом, условия теплообмена в стружке не могут влиять на результат теплофизических расчетов и в дальнейшем не учитывается. Тем не менее, как видно из (3.3), тепло стружки учитывается в общем тепловом балансе ТОС.

При решении дифференциального уравнения теплопроводности принимаются следующие допущения:

- тело является однородным и изотропным;
- физические параметры постоянны и не зависят от температуры;
- деформация объема, вызванная изменением температуры, является малой в сравнении с самым объемом.

Поскольку все процессы, которые действуют во время резания, являются нестационарными, то для их математического представления необходимо использовать дифференциальное уравнение, как в функции времени, так и в функции соответствующих координат, определяющих расчетную точку объема. Опираясь на основной закон теплопроводности, который был сформулирован Фурье, имеем:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right), \quad (3.4)$$

где t – температура тела в точке с координатами x , y и z , – время, a – коэффициент температуропроводности.

Коэффициент температуропроводности зависит от свойств по зависимости:

$$a = \frac{\lambda}{c\rho} \quad (\text{м}^2/\text{с}),$$

где λ – теплопроводность, $\text{Вт}/(\text{м град})$; $c\rho$ – объемная теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{м}^3 \text{град})$.

Условия однозначности задают в виде физических параметров, λ , c , ρ ; формы и геометрических размеров объекта, начальных условий. При таком подходе уравнение (3.4) дает законченное формулирование задачи и однозначное решение.

Поскольку в работе моделируется нестационарный тепловой процесс, происходящий в сечении AA (рисунок 3.1, б) т.е. в двух координатах, уравнение (3.4) упрощается:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right), \quad (3.5)$$

Правомерность такого упрощения подтверждается в работе, где утверждается, что замена объемного источника тепла на плоский дает погрешность, которая не превышает $\pm 15\%$. Таким образом, в дальнейшем источник тепловыделения будем рассматривать как двухмерный, распределенный по комбинированному закону на поверхности контакта стружки и режущего клина. При таком законе распределения наибольшая плотность теплового потока на передней поверхности инструмента может быть рассчитана по формуле:

$$q_{1\delta} = 3A_{1\delta} / \left(\frac{b l_1}{\delta} \right), \quad (3.6)$$

где A_{1m} – мощность по (3.2), остальные параметры обозначены на рисунке 3.1, а.

Источник тепла на плоскости сдвига принимается распределенным равномерно, тогда плотность потока на поверхности сдвига:

$$q_{\delta} = A_{\delta} \sin \Phi / \left(\frac{b}{\delta} \right), \quad (3.7)$$

где A_0 – мощность по (3.2), a – толщина резания, b – ширина резания, а площадь сдвига расположена под углом сдвига, который определяется из анализа механики процесса резания:

$$\sin\Phi = \cos\gamma / \sqrt{k_{yc}^2 - 2k_{yc}\sin\gamma + 1}$$

Кроме того, на температуру заготовки влияет источник тепла, эквивалентный мощности сил трения по задней поверхности резца. Однако, из-за малости такого источника (соотношение сил P_z , F_1 и F_2) в общем тепловом балансе этот источник не учитывается.

Таким образом, определены плотности тепловых источников, постоянно действующие на передней поверхности режущего клина (3.6) и заготовки, которая заменяется полупространством, по которому быстро движется источник плотностью q_0 (3.7).

Как уже отмечалось, задача моделирования температурного поля в таких условиях относится к задачам нестационарной теплопроводности с течением времени. Дифференциальное уравнение теплопроводности (3.5) с учетом зависимостей плотностей тепловых потоков (3.6) и (3.7) решается численным методом, который основан на использовании метода конечных разностей.

Сущность метода состоит в том, что производные в дифференциальном уравнении теплопроводности заменяются разностями в узлах температурного поля. В результате будущая температура рассматривается как функция времени, текущей температуры и температуры в соседних точках.

Уравнение теплового баланса для центральной точки имеет вид:

$$t'_0 = Fo \left[t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_0 \left(\frac{1}{Fo} - 4 \right) \right], \quad (3.8)$$

где t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 – температура в соответствующей точке. Для двухмерной задачи интервалы $\delta z, \delta y$ и $\delta \tau$ должны выбираться исходя из выполнения условия $F_o \leq 1/4$.

Таким образом, температуре в любой узловой точке должно присваиваться 3 индекса $t_{m,n}^k$, где m, n – координатные индексы, k – временной индекс. Используя полученное выражение (3.8), для узловой точки с координатами $[m\delta_z, n\delta_y, k\delta_\tau]$ получим:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial t}{\partial \tau}\right)_{m,n}^k &= \frac{1}{\delta_\tau} \left(t_{m,n}^{k+1} - t_{m,n}^k \right) + \varepsilon_1; \\ \left(\frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right)_{m,n}^k &= \frac{1}{\delta_z^2} \left(t_{m+1,n}^k + t_{m-1,n}^k - 2t_{m,n}^k \right) + \varepsilon_2; \\ \left(\frac{\partial^2 t}{\partial y^2}\right)_{m,n}^k &= \frac{1}{\delta_y^2} \left(t_{m,n+1}^k + t_{m,n-1}^k - 2t_{m,n}^k \right) + \varepsilon_3. \end{aligned} \quad (3.9)$$

После подстановки выражений (3.9) без остаточных членов $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ в дифференциальное уравнение (3.5) и при условии $\delta_z = \delta_y$, получаем приближенное выражение для расчета будущей температуры в узловой точке:

$$t_{m,n}^{k+1} = \frac{a\delta_\tau}{\delta_z^2} \left(t_{m+1,n}^k + t_{m-1,n}^k + t_{m,n+1}^k + t_{m,n-1}^k \right) + \left(\frac{4a\delta_\tau}{\delta_z^2} - 1 \right) t_{m,n}^k. \quad (3.10)$$

Принимая, как и для уравнения (3.8), $a\delta_\tau/\delta_z^2 = F_o$, можно привести уравнение (3.10) к виду:

$$t_{m,n}^{k+1} = F_o \left(t_{m+1,n}^k + t_{m-1,n}^k + t_{m,n+1}^k + t_{m,n-1}^k \right) + (F_o - 1) t_{m,n}^k. \quad (3.11)$$

Решение этой двухмерной задачи в обязательном порядке будет устойчивым только при выполнении условия:

$$\Phi Fo - 1 \geq 0. \quad (3.12)$$

Таким образом, получается замкнутая система алгебраических уравнений, которые составляют основу алгоритма численного интегрирования нестационарного уравнения теплопроводности. Такая математическая модель является базой прикладной программы, с помощью которой проводятся соответствующие исследования теплового поля в режущем клине инструмента и детали.

С помощью такой программы можно исследовать нестационарное температурное поле в инструменте и заготовке, прогнозировать влияние различных параметров процесса резания на температуру в любой точке системы инструмент-заготовка. Несомненным преимуществом предложенного подхода, воплощенного в разработанной программе является возможность наблюдения реакции во времени температурного поля на изменение режима резания. Такое свойство чрезвычайно важно, поскольку позволяет исследовать многие процессы резания, которые характеризуются квазистационарными условиями, например, при 3-D обработке.

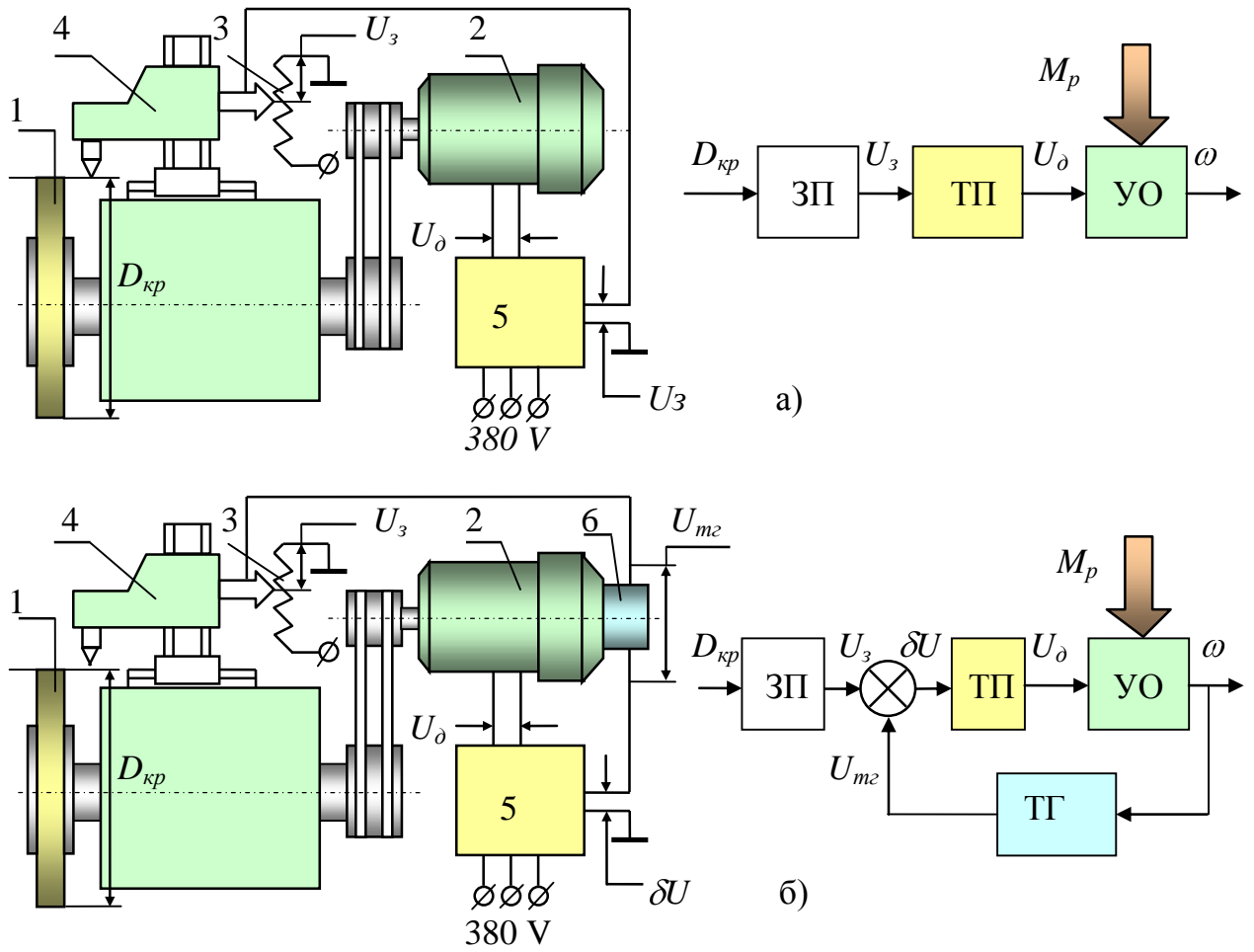


Рисунок 3.2 – САУ без обратной связи (а) и с обратной связью (б).

4 Безопасность и экологичность технического объекта.

В процессе выполнения рабочими своих должностных обязанностей они могут подвергать себя рискам и в конечном итоге не исключено получение производственных травм. В данном разделе представлено задействованное оборудование и вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Описаны мероприятия, выполнение которых сведет получение производственных травм к минимуму.

Тема ВКР: «Технологический процесс изготовления корпуса четырех местного приспособления»

4.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «корпус четырех местного приспособления».

4.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь – представляет собой площадь, которая занята производственным оборудованием и местами для рабочих возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь – представляет собой площадь, на которой располагаются вспомогательные подразделения, такие как: ремонтные и инструментальные службы, лаборатории, склады, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.

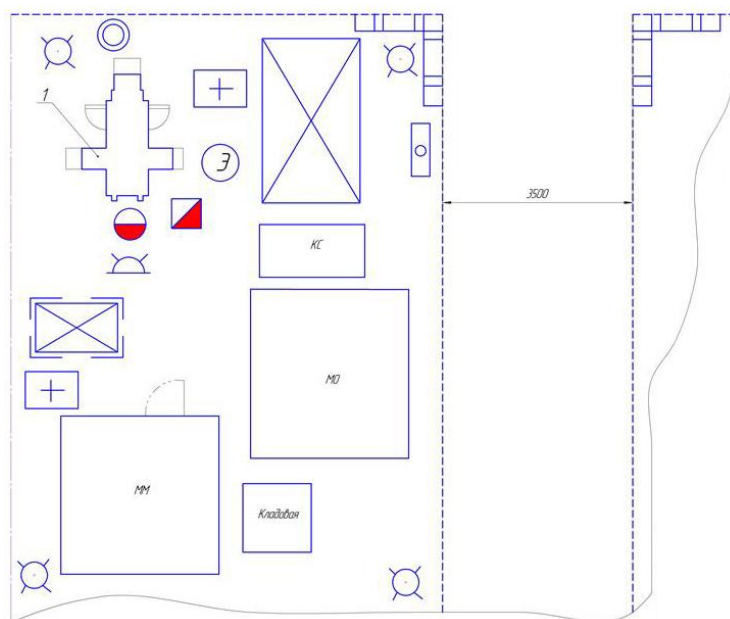


Рисунок 4.1 – План участка

4.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

| № п/п | Оборудование | Количество, шт. |
|--------|--|-----------------|
| 1 | Обработывающий центр | 2 |
| 2 | Агрегатный семипозиционный полуавтомат | 1 |
| Итого: | | 3 |

Таблица 4.2 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус четырех местного приспособления»

| Наименование цеха | Номер операции | Наименование операции | Применяемое оборудование | Содержание операции |
|-------------------|----------------|-------------------------------|---|---|
| Механический | 005 | Сверлильно-фрезерно-расточная | Обрабатывающий центр | Сверление, фрезерование, резбонарезание, растачивание |
| Механический | 010 | Агрегатная | Агрегатный семи позиционный полуавтомат | Растачивание, развертывание, сверление |
| Механический | 015 | Сверлильно-расточная | Обрабатывающий центр | Сверление, резбонарезание, |

Поскольку была улучшена технологическая операция: сверление, резбонарезание 015, то идентификацию по рискам будем проводить только по этой операции.

4.2 Анализ вредных производственных факторов.

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

| № п/п | Технологические операции | Вредные производственные факторы | Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия |
|-------|---------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Сверление, резбонарезание | 1. Отлетающая стружка 2. Высокая температура на поверхности обрабатываемой детали 3. Испарения СОЖ при механической обработке 4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования | 1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Установка защитного экрана. Использование скребкового и одношнекового транспортера для удаления стружки. 2. Использование СОЖ на синтетической основе. |

В процессе выполнения данного раздела был проанализирован состав вредных и опасных факторов на описываемом производстве, предложены меры, которые помогут снизить воздействия опасных и вредных факторов.

5 Экономическая эффективность работы.

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

В рамках данной бакалаврской работы разрабатывается технологический процесс изготовления корпуса четырех местного приспособления, подробное описание которого представлено в предыдущих разделах. Также в предыдущих разделах описаны условия совершенствования операции 015 сверлильно-расточной, в результате которых удалось достичь сокращения ее трудоемкости.

При выполнении этой операции используется обрабатывающий центр с числовым программным управлением. В качестве оснастки применяется комплект приспособлений, состоящий из: цангового патрона, расточной головки, пневматического зажима, оправки со шпонкой, втулок Морзе 1 и 4. Для выполнения всех закрепленных за данной операцией процессов применяется набор инструментов, в который входят: сверла $\varnothing 4$, 8 и 8,5 мм, развертка $\varnothing 7,5$; метчик М4×1,25 и расточной резец.

Результатом предложенного совершенствования операции 015, как говорилось выше, стало снижение трудоемкости ее выполнения на 13%, т.е. трудоемкость снизилась с 4,69 до 4,15 минут.

На диаграмме (рисунок 5.1) представлены основные изменения параметров, участвующих в формировании технологической себестоимости, и которые наглядно показывают, на сколько, изменятся эти величины.

Для определения каждой величины, указанной на рисунке 5.1, использовалась методика расчета элементов технологической себестоимости и пакет программного обеспечения Microsoft Excel.

Предложенные совершенствования сверлильно-расточной операции не предполагают изменения заготовки, поэтому затраты, связанные материалом, меняться не будут, поэтому данный параметр исключим из расчетов, т.к. он не будет оказывать влияние на конечный результат расчета.

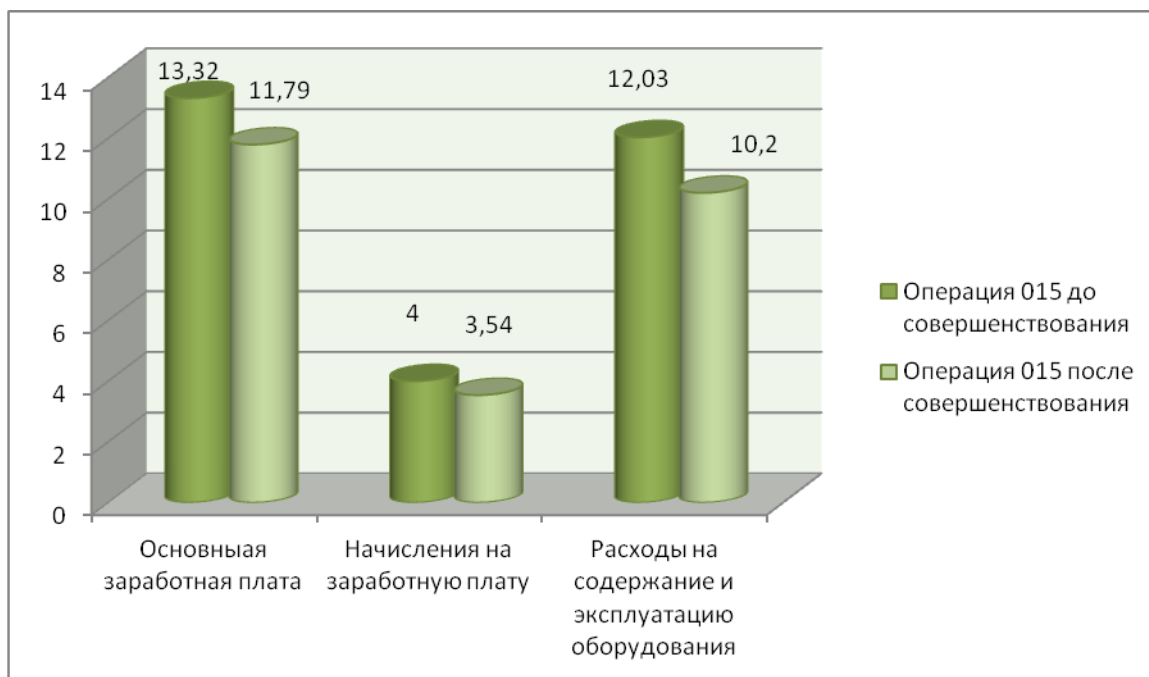


Рисунок 5.1 – Изменение величин параметров, входящих в технологическую себестоимость, руб.

Из рисунка видно, что наибольшее влияние на технологическую себестоимость оказывают основная заработная плата и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Но благодаря предложенному совершенствованию эти затраты удалось сократить, в среднем каждая величина уменьшилась на 1,5 руб., а с учетом программы выпуска данная величина экономии примерно увеличится на 18 тыс. руб., что уже не кажется такой незначительной.

Данное изменение, безусловно, окажет прямое влияние величину полной себестоимости изготовления корпуса. Для определения значения полной

себестоимости воспользуемся методикой калькулирования. В результате проведенных расчетов, полная себестоимость по совершенствованной операции составит 68,64 руб., а до совершенствования она составляла – 78,07 руб., т.е. совершенствование позволило сократить полную себестоимость на 9,43 руб., что составляет 12,1%.

Далее проанализируем изменения, связанные с общими капитальными затратами до и после совершенствования операции 015 сверлильно-расточной. На диаграмме (рисунок 5.2) представлены величины основных затрат по сравниваемым вариантам операции 015.



Рисунок 5.2 – Динамика изменения элементов общих капитальных затрат в операцию 015 сверлильно-расточную, руб.

Анализируя, представленные на диаграмме (рисунок 5.2), статьи капитальных затрат, можно заметить, что сопутствующие капитальные вложения в проектируемый вариант операции 015 возрастают, в то время как остальные затраты уменьшаются. Это связано с тем, что данная величина

учитывает такие затраты как затраты в проектирование, которых уже нет в базовом варианте, поэтому они увеличивают конечный результат этого значения. Но не смотря на это, общие капитальные затраты снижаются, что говорит о положительном влиянии предлагаемых совершенствований.

Для подтверждения положительного влияния в результате совершенствования дополнительно проведем расчет экономической эффективности работы. Для этого также будет использоваться пакет программного обеспечения Microsoft Excel и специальная методика расчета по экономическому обоснованию целесообразности внедрения предлагаемых мероприятий.

В результате проведенных расчетов был получен положительный результат чистого дисконтированного дохода (интегрального экономического эффекта), который составляет 10038,8 руб., а прибыль на каждый вложенный рубль (индекс доходности) составила 1,14 руб./руб. Представленные значения позволяют сделать окончательный вывод о целесообразности внедрения предложенных совершенствований по технологическому процессу изготовления корпуса четырех местного приспособления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной работы предложен алгоритм, моделирующий силовые характеристики при резании, который имеет универсальный характер и предоставляет возможность в последующих расчетах силовых характеристик использовать наиболее адекватную характеристику процесса резания – скорость снятия припуска.

Разработан технологический процесс изготовления корпуса четырехместного приспособления, в том числе, доказана технологичность, проведены расчеты режимов резания и показана экономическая эффективность предлагаемых мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
2. Байкалова, В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: Учебное пособие. / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокотов. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. – 105 с.
3. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. – 568 с.
4. Гельфгат, Ю.И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных техникумов. – М. : Высшая школа, 1986. – 271 с.
5. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.- методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –52 с.
6. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.
7. ПОТ Р М-004-97 Межотраслевые правила по охране труда при использовании химических веществ.
8. ГОСТ 12.3.025-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обработка металлов резанием. Требования безопасности (с Изменением N 1).
9. Данилевский, В.В. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения. / В.В. Данилевский, Ю.И. Гельфгат. – М.: Высш. шк., 1988. – 222 с.
10. Ермолаев, В.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: Учебник. / В.В. Ермолаев, А.И. Илянков. – М.: Издательский центр «Академия », 2015. – 336 с.

- 11.Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова, – Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
- 12.Зуев, А.А. Технология машиностроения. – 6-е издание, исправленное и дополненное – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 496 с.
- 13.Иванов, И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 198 с.
- 14.Иванов, И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 223 с.
- 15.Ильенков, А.И. Технология машиностроения: Учебное пособие. / А.И. Ильенков, В.Ю. Новиков. – М.: Издательский центр «Академии», 2017. – 432 с.
- 16.Клепиков, В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 229 с.
- 17.Клепиков, В.В. Технология машиностроения: Учебник. / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. – 860 с.
- 18.Клепиков, В.В. Технология машиностроения: Учебник. / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, В.Ф. Солдатов и др. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 387 с.
- 19.Ковшов, А.Н. Технология машиностроения: Учебник. – 2-е издание, исправленное. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 320 с.
- 20.Колокатов, А.М. Шлифование абразивным и алмазным инструментом: Учебное пособие. / А.М. Колокатов, В.Н. Байкалова. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 76 с.
- 21.Кондаков, А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2012. – 400 с.
- 22.Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие. / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М.: Машиностроение, 2005. – 304 с.

23. Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин: Учебник для студентов вузов. / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
24. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 512 с.
25. Некрасов, С.С. Технология машиностроения. / С.С. Некрасов, И.Л. Приходько, Л.Г. Баграмов. – М.: Колос, 2005. – 360 с.
26. Приходько, И.Л. Проектирование заготовок: Учебное пособие. / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М.: Издательство РГАУ–МСХА, 2016. – 171 с.
27. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 330 с.
28. Суслов, А.Г. Технология машиностроения: Учебник. – М.: КНОРУС, 2013. – 336 с.
29. Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 352 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------------|----------------------------|---------|----|--------------------------------|--|--|----------------------------|--|--|--------------------------------------|-------|-------|---|-------|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Лодп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | | | | | | | | | | | | | 01101 | 25211 | 1 | 4 | | | | |
| Прое. | Троицкий Е.Н. | | | | | | | | | | | | | | | XXXX | XXXX | | | |
| | Гуляев В.А. | | | | | | | | | | | | | | | 10141 | 00001 | | | |
| Утв. | Логонов Н.Ю. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Виткалов В.Г. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М01 СЧ21-40 ГОСТ1412-84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Корпус четырех местного приспособления | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. Троицкий Е.Н. | | | | | | | | | ТГУ | | | | | | | | | | | |
| Прое. Гуляев В.А. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Утв. Логонов Н.Ю. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. Контр. Виткалов В.Г. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код | | Код. загот. | Профиль и размеры | КД | МЗ | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | | 166 | 1,0 | Ø39x183 | 1 | 1,45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение документа | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А цех Уч. РМ Опер. | | | Код, наименование операции | | | Код, наименование оборудования | | | Код, наименование операции | | | СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт Тшт. | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01А XXXXXX 005 4110 Токарная ИОТ И 37.101.7034-93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02Б 391148XXX 16Б16Т1 2 15929 411 1Р 1 1 236 1 17 0,603 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03Т 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04Т 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06А XXXXXX 010 4110 Токарная ИОТ И 37.101.7034-93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07Б 391148XXX 16Б16Т1 2 15929 411 1Р 1 1 236 1 17 0,609 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08Т 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09Т 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11А XXXXXX 015 0511 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13А XXXXXX 020 4110 Токарная ИОТ И 37.101.7034-93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14Б 391148XXX 16Б16Т1 2 15929 411 1Р 1 1 236 1 17 0,652 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-----|-------|----------------------------|-----------------------|----|-------|-----|----|----|-------|-------|----|-----|------|----|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 01101 | 25211 | | 2 | 4 | |
| А | цех Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тшт. | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01Т | 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02Т | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04А | XXXXXX | 025 | 4110 | Токарная | ИОТ И 37.101.7034-93 | | | | | | | | | | | |
| 05Б | 391148XXX | | | 16Б16Т1 | | 2 | 15929 | 411 | 1Р | 1 | 1 | 1 | | 236 | 1 | 24 |
| 06Т | 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07Т | 392195XXX- резец-вставка резьбовой 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08Т | 392195XXX- резец-вставка канавочный 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6393120XXX | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10А | XXXXXX | 030 | 4131 | Круглошлифовальная | ИОТ И 37.101.7419-85 | | | | | | | | | | | |
| 11Б | 38132XXX | | | 3М151Ф2 | | 2 | 18873 | 411 | 1Р | 1 | 1 | 1 | | 236 | 1 | 19 |
| 12Т | 391810XXX- шлифовальный круг 1 450x15x203 91А F60 L 6 V А 35 м/сс 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007; | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13Т | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14Т | 393140XXX- приспособление мерительное с индикатором | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16А | XXXXXX | 025 | 4260 | Фрезерная | ИОТ И 37.101.7026-89 | | | | | | | | | | | |
| 17Б | 3816XXX | | | S500 | | 2 | 18632 | 411 | 1Р | 1 | 1 | 1 | | 236 | 1 | 46 |
| 18Т | 391285XXX- фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5; | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|----|-------|--|-----------------------|----|-------|---|----|----|-------|-------|----|-----|------|------|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 01101 | 25211 | 3 | 4 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | цех | Уч. | PM | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа | CM | Проф. | P | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз. | Тшт. | |
| B | | | | | Код, наименование оборудования | | | | | | | | | | | | | |
| 01Т | | | | | 391285XXX- фреза шпоночная Ø12 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5; | | | | | | | | | | | | | |
| 02Т | | | | | 391267XXX- сверло центровочное Ø2 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5; | | | | | | | | | | | | | |
| 03Т | | | | | 391267XXX- сверло спиральное Ø2,5 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5; | | | | | | | | | | | | | |
| 04Т | | | | | 391267XXX- сверло спиральное Ø3 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5; | | | | | | | | | | | | | |
| 05Т | | | | | 391267XXX- сверло спиральное Ø12,8 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5; | | | | | | | | | | | | | |
| 06Т | | | | | 391267XXX- сверло специальное ступенчатое под резьбу М5 ОСТ 2И21-2-76 Р6М5К5; | | | | | | | | | | | | | |
| 07Т | | | | | 391267XXX- сверло специальное ступенчатое под резьбу М6 ОСТ 2И21-2-76 Р6М5К5; | | | | | | | | | | | | | |
| 08Т | | | | | 391269XXX- метчик машинный М5 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81; | | | | | | | | | | | | | |
| 09Т | | | | | 391269XXX- метчик машинный М6 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69; | | | | | | | | | | | | | |
| 10Т | | | | | 391275XXX- зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø13,4 Р6М5К5 ГОСТ 12489-71; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; | | | | | | | | | | | | | |
| 11Т | | | | | 391267XXX- развертка машинная цельная с цилиндрическим хвостовиком Ø14 Р6М5К5 ГОСТ 1672-80 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13А | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14Б | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15Т | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16Т | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18А | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|-----------------------|----------|-----------|------|---------|-------------------|------|-------|------------|----|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Троицкий Е.Н. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Пров. | Гуляев В.А. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Утв. | Логонов Н.Ю. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Виткалов В.Г. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Наименование операции | | Материал | твердость | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | | МЗ | КОИД | Опер | | | | | | | | |
| | 4110 Токарная | СЧ21-40 ГОСТ1412-84 | 180 НВ | 166 | 1,0 | Ø39x183 | | | | 1,45 | 1 | 020 | | | | | | | | | |
| | Оборудование, устройство ЧПУ | Обозначение программы | То | Тв | Тпз | Тшт | | | | СОЖ | | | | | | | | | | | |
| | Обрабатываемый центр | XXXXXX | 0,171 | 0,444 | 17 | 0,652 | | | | Украинол-1 | | | | | | | | | | | |
| P | | ПИ | Д или В | L | t | i | S | n | V | | | | | | | | | | | | |
| 01 | | | ММ | ММ | ММ | ММ/об | | | | М/МИН | | | | | | | | | | | |
| 020 | 1. Установить и снять заготовку | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03Т | 396111XXX- патрон цанговый самоцентрирующий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04О | 2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05Т | 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06Т | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07P | | XX | 36 | 135 | 0,40 | 1 | 0,25 | 3150 | 356,1 | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОКП | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------------------|-----------|---------|-----|-------------------|-------------|--------|-----|------------|------|---|---|-------------|--|--|--------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Годн. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Троицкий Е.Н. | | | | | | | 01101.24205 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Пров. | Гуляев В.А. | | ТГУ | | | | | | | | | | | | XXXXXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Утв. | Логинов Н.Ю. | | | | | | | | | | | | | | 10141.00001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Виткалов В.Г. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | | Материал | твердость | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | | МЗ | КОИД | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4131 Агрегатная | | | СЧ21-40 ГОСТ1412-8 | 180 НВ | 166 | 1,0 | Ø39х183 | | | | 1,45 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | Обозначение программы | To | Tв | Tпз | Тшт | | | | СОЖ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обрабатываемый центр | | | XXXXXX | 0,251 | 0,466 | 19 | 0,789 | | | | Укринол- 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | ПИ | Д или В | L | t | i | s | n | v | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | | | | | ММ | ММ | ММ | ММ | ММ/ход | | | | | | | | | об/мин | М/МИН | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 020 | 1. Установить и снять заготовку | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03Т | 396111XXX- патрон цанговый ГОСТ 17200-71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04О | 2. Шлифовать поверхн., выберж. разм. 1-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05Т | 391810XXX- шлифовальный круг 1 450х15х203 91А F60 L 6 V A 35 м/сс 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06Т | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07Т | 393140XXX- приспособление мерительное с индикатором | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08Р | | | | XX | 24 | 16 | 0,12 | 1 | 0,006 | 464 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09Р | | | | XX | 28 | 22 | 0,12 | 1 | 0,006 | 398 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОКП | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |