

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является одной из ведущих отраслей народного хозяйства и определяет технологический процесс. Основная цель машиностроения является создание совершенных конструкций машин и передовые технологии ее изготовления. Основное направление в развитии технологического процесса является создание принципиально новых технологических процессов и замена существующих процессов более точными и экономичными. Объем продукции должен увеличиваться за счет автоматизации и механизации производства. Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки производства и повышению качества продукции машиностроения, в значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологических процессов.

Внедряемые технологические процессы должны обеспечивать высокое качество, точность и низкую себестоимость выпускаемой продукции. Эти показатели обеспечиваются обоснованным применением высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, а также средствами механизации и автоматизации.

Целью данной работы является выявление положительных и отрицательных моментов разрабатываемого технологического процесса корпуса, предложение своих технологических решений по его изменению, снижению затрат на изготовление детали, повышению точности, технологичности, снижению времени изготовления корпуса.

Задачами являются проанализировать разрабатываемый технологический процесс применяемый на предприятии ООО "Юргинский Машзавод":

- разработать рациональную заготовку;
- составление технологического маршрута обработки;
- выбор баз;

- выбор средств технологического оснащения;
- расчет припусков;
- расчет режимов резания;
- нормирование технологического процесса механической обработки.

Разрабатываемый технологический процесс возможно внедрять и использовать на предприятии ООО "Юргинский Машзавод".

- Также в ходе курсового проекта студент приобретает следующие навыки:
- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы творческой инженерной работы;
 - овладение методикой проектирования технологических процессов механической обработки;
 - приобретение опыта в конструировании приспособлений.

1.1 Технологическая часть

1.1.1 Служебное назначение корпуса гидравлического разгонщика Т455.130.00.

Корпус Т455.130.001 является частью основания гидравлического разгонщика. Разгонщик шпал – путевой инструмент для перегонки по меткам деревянных и железобетонных шпал. Применяется на железнодорожном транспорте при строительстве новых железнодорожных путей.

При качании рукоятки привода насосов рабочая жидкость через корпус Т455.130.001 подается к гидроцилиндрам, которые выдвигаясь перемещают захваты головки рельса. Корпус выполняет одну из главных функций в данном изделии.

Вес детали – 12,5 кг.

Материал изготовления изделия сталь 40Х (ГОСТ 1050–88). Химический состав стали (ГОСТ 1050–88) приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 40Х

| Марка стали | С, % | Si, % | Mn, % | Cr | S | P | Cu | Ni | As |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|-------|------|------|------|
| | | | | не более, % | | | | | |
| Сталь40Х | 0,36÷ 0,44 | 0,17÷ 0,37 | 0,50÷ 0,80 | 0,80÷ 1,10 | 0,04 | 0,035 | 0,25 | 0,25 | 0,08 |

Физико-механические свойства (ГОСТ 8479–70) в соответствии с техническими требованиями представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико–механические свойства

| Марка стали | σ_T | σ_B | δ | ψ | НВ, не более |
|-------------|------------|------------|----------|--------|--------------|
| | МПа | МПа | % | % | |
| Сталь40Х | 550 | 780 | 12 | 40 | 288 |

Использование в промышленности: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Технологические свойства стали 40Х представлены в таблице 3

Таблица 3 – Технологические свойства

| Название свойства | Характеристика |
|-------------------|--|
| Температура ковки | Начала 1250, конца 800. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе. |
| Свариваемость | трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, ЭШС. Необходимы подогрев и последующая термообработка. |

Продолжение таблицы 3

| Название свойства | Характеристика |
|------------------------------------|--|
| Обрабатываемость резанием | В горячекатаном состоянии при НВ 163-168, $\sigma_B = 610$ МПа K_v тв.спл. = 0.20, K_v б.ст. = 0.95. |
| Склонность к отпускной способности | Склонна |
| Флокеночувствительность | Чувствительна |

1.1.2 Анализ технологичности корпуса гидрораспределителя Т455.130.001

1.1.2.1 Качественная оценка технологичности

Технологичным является то, что деталь имеет хорошие базовые поверхности для установки на станке, позволяет применять высокопроизводительные режимы обработки. Деталь в основном не имеет отверстий, расположенных не под прямыми углами, к плоскости входа, кроме двух отверстий диаметром 8 мм. Все пересекающиеся отверстия расположены под прямым углом друг к другу. Конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход. Взаимное расположение поверхностей детали не вызывает трудности при подводе режущего инструмента. Сталь 40Х обладает хорошей технологичностью. Получаемая заготовка рациональна.

Не технологичным является то, что почти все отверстия являются глухими, а большинство – ступенчатые, кроме одного сквозного отверстия диаметром 10 мм. Сложность вызывает обработка клинового паза. Большинство отверстий пересекающиеся. Изготовление детали из поковки вызывает повышенный расход металла и большой объем механической обработки. На внутренней поверхности изделия имеются радиусы скруглений R5, получаемые инструментом, что является затруднительным. Применяются разметочные операции, что является не технологичным. Много слесарных операций. Не все размеры можно проконтролировать с помощью универсального мерительного инструмента

1.1.2.2 Количественная оценка технологичности.

Коэффициент использования материала вычисляется по формуле:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_d}{m_3}, \quad (1)$$

m_d – масса детали, кг;

m_3 – масса заготовки, кг;

$$K_{\text{им}} = \frac{12,5}{16,25} = 0,76.$$

Значение параметра больше или равно 0,7.

Условие выполняется, деталь по этому показателю технологична.

Коэффициент унификации конструктивных элементов вычисляется по формуле:

$$K_{\text{уд}} = \frac{Q_{\text{уд}}}{Q_{\text{э}}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{уд}}$ – количество унифицированных элементов, шт;

$Q_{\text{э}}$ – количество элементов всего в изделии, шт;

$$K_{\text{уд}} = \frac{8}{32} = 0,25.$$

Значение параметра меньше или равно 0,6.

По этому показателю деталь нетехнологична, так как $K_{\text{уд}}$ меньше 0,6.

Коэффициент точности обработки вычисляется по формуле:

$$K_{\text{то}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}} = 1 - \frac{1}{13,5} = 0,93. \quad (3)$$

Значение параметра больше или равно 0,5.

Средний квалитет точности находим по формуле:

$$A_{\text{ср}} = \Pi_1 + 2\Pi_2 + 3\Pi_3 + \dots + 14\Pi_{14} / \Pi_{\Sigma}, \quad (4)$$

где $A_{\text{ср}}$ – средний квалитет точности, мкм

$\Pi_1 \dots 14\Pi_{14}$ – количество размеров с квалитетом, шт;

Π_{Σ} – число поверхностей детали, шт.

По этому показателю деталь технологична, так как средний квалитет точности больше 0,5.

Коэффициент шероховатости вычисляется по формуле:

$$K_{\text{шр}} = \frac{1}{B_{\text{ср}}}, \quad (5)$$

где $K_{\text{шр}}$ – коэффициент шероховатости;

где $B_{\text{ср}}$ – средняя шероховатость поверхностей.

Средняя шероховатость поверхностей находится по формуле:

$$B_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1} \text{Ra}_i \cdot n\text{Ra}_i}{n_{\Sigma}} = \frac{(3,2) + (6,3 \cdot 18) + (2,5 \cdot 7) + (2,5 \cdot 2)}{37} = 4,5, \quad (6)$$

где $\sum \text{Ra}_i$ – заданная шероховатость, мкм;

$n\text{Ra}_i$ – количество поверхностей имеющих шероховатость, шт;

n_{Σ} – суммарное количество поверхностей, шт;

$$K_{\text{шр}} = \frac{1}{4,6} = 0,22.$$

Значение параметра меньше или равно 0,32.

По этому показателю деталь технологична, так как средний коэффициент шероховатости меньше 0,32.

В ходе анализа количественной оценки технологичности выяснилось, что все показатели соответствует требованиям технологичности, кроме коэффициента унификации. Это вызвано особенностями конструкции изделия.

В целом можно заключить, что по количественной и качественной оценкам деталь является технологична.

1.1.3 Описание базового технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления корпуса Т455.131.001 разработан для мелкосерийного производства и представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Базовый технологический процесс

| № Опер. | Наименование операции | Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент |
|---------|--|--|
| 005 | Фрезерная 1 фрезеровать 4 плоскости в размеры $104\pm 0,5$; $97,3\pm 0,2$ (с переустановкой) | Станок 6Р13 Тиски (подкладки) |
| 007 | Слесарная 1 удалить заусенцы, притупить острые кромки после фрезеровки плоскостей | Верстак Тиски Напильник |
| 010 | Шлифовальная 1 шлифовать базовую плоскость в размер $97_{-0,1}$ (Допускается выполнять вместе с оп. 035) | Станок 3Б722 Плита магнитная |
| 015 | Фрезерная 1 фрезеровать 4 плоскости согласно эскиза (с переустановкой) | Станок 6Р82Г (ГФ, СГФ) Болты Планки Прижимы |
| 020 | Слесарная 1 удалить заусенцы, притупить острые кромки после фрезеровки | Верстак Тиски |
| 022 | Разметка 1 разметить клиновой паз: размеры 80 (Н14); $118 (\pm 0,5)$; 160^* ; 6^* ; 11^* ; $42^{(+0,5)}$ 2 разметить фаски $15\times 45^\circ$; $3\times 45^\circ$; уступы по размерам $13 (\pm 1)$; $25 (\pm 1)$; $162 (\pm 0,5)$; $41 (\pm 0,5)$ 3 кернить разметку | Плита |
| 025 | Фрезерная 1 фрезеровать паз 80 Н14; $118\pm 0,5 (30^\circ\pm 5')$ 2 фрезеровать уступы по размерам 13 ± 1 ; $162\pm 0,5$; $41\pm 0,5$ (Допускается операцию совмещать с оп. 040) | Станок 6Р13 Тиски (подкладки) |

| | | |
|-----|--|----------------------|
| 027 | Фрезерная фрезеровать фаски $15\pm 1 \times 45^\circ \pm 1^\circ$; $15^\circ (25\pm 1)$; $3 \times 45^\circ (18\pm 1)$ согласно эскиза | Станок 6P13 Тиски |
|-----|--|----------------------|

Продолжение таблицы 4

| № Опер. | Наименование операции | Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент |
|---------|--|---|
| 030 | Слесарная удалить заусенцы, притупить острые кромки после фрезеровки | Верстак |
| 035 | Шлифовальная шлифовать базовый торец согласно эскиза | Станок 3Б722 Плита магнитная (тиски) |
| 040 | Фрезерная 1 фрезеровать предварительно клиновой паз (с припуском $1 \div 2$ мм) по размеру $6\pm 0,3$; $11-0,3$ согласно эскиза 2 фрезеровать клиновой паз начисто по размерам 153 ; $57\pm 0,3$; $7\pm 0,3$; $20,95^*$; $30^\circ \pm 5'$ согласно эскиза 3 фрезеровать уступы в размеры $6\pm 0,3$; $110,3 (27+0,3)$ согласно эскиза | Станок 6P13 (2Д450) Стол делительный (болты, планки) Фреза 2252 – 0162 ($\varnothing 40 \times 18$) ГОСТ 7063 – 72 (Фреза 40 ГОСТ17026) Калибр $153,57\pm 0,3$ 101 – 1615 Шаблон $30^\circ \pm 5'$ 121 – 4571Б 121 – 4572М Шаблон $27+0,3$ 102 – 4019 |
| 045 | Фрезерная 1 вставить деталь по клиновому пазу в направлении подачи станка 2 развернуть шпиндель станка на 22° (см. схему) 3 фрезеровать 22° по клиновому пазу (заподлицо по размеру $153,57\pm 0,3$) в размер $13,8+0,2$ (с перемещением) | Станок 6P13 Болты Планки (Стол делительный) Фреза 68° 055 – 974 Калибр $13,8+0,2$ 102 – 4020 |
| 050 | Слесарная 1 зачистить уступы по размеру $153,57\pm 0,3$ (при необходимости) | Верстак Тиски Калибр $153,57\pm 0,3$ 101 – 1615 |

| | | |
|-----|--|--|
| | 2 довести обработку Ra2,5 по клиновому пазу по размерам 153,57±0,3; 27+0,3; 7±0,3; 13,8+0,2 | Шаблон 27+0,3 102 – 4019 Калибр 13,8+0,2 102 – 4020 Шаблон 30°±5' 121 – 4571Б 121 – 4572М Слесарный инструмент |
| 055 | Разметка 1 разметить отверстие Ø10H14 с 2х сторон, риску для оп. 070 согласно эскиза 2 Кернить центр отв. Ø10H14 с 2х сторон | (Станок 2М55) |

Продолжение таблицы 4

| № Опер. | Наименование операции | Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент |
|---------|--|--|
| 070 | Сверлильная 1 сверлить отв. Ø6H14 согласно эскиза 2 сверлить 2 отв. Ø8H14 согласно эскиза 3 рассверлить 3 отв. Ø12H14 | Станок 2М55 Кондуктор 320 – 8731 |

| | | |
|-----|---|---|
| 075 | <p>Сверлильная</p> <p>1 сверлить 6 отв. Ø8H14; 1 отв. Ø8H14 (Д – Д)</p> <p>2 рассверлить 2 отв. Ø12H14</p> <p>3 сверлить 4 отв. Ø8,43+0,22 (п/р М10 – 6Н)</p> <p>4 сверлить 4 отв. Ø13 (Ø14H12)</p> <p>5 сверлить в 4 отв. Ø13 дно</p> <p>6 зенкеровать 4 отв. Ø14H12</p> <p>7 сверлить фаску 1,6×45° (в 4 отв.)</p> <p>8 рассверлить 4 отв. Ø21 (Ø22,5H9)</p> <p>9 рассверлить 4 отв. Ø26,5 (Ø28H11)</p> <p>10 зенкеровать 4 отв. Ø22,25 - зенкеровать 4 отв. Ø28H11</p> <p>11 развернуть 4 отв. Ø22,5H9 (п/р М24×1, 5 – 6Н)</p> <p>12 сверлить 4 фаски 1×45°</p> <p>13 рассверлить Ø9,8 (Ø10,8H9) (Д – Д)</p> <p>14 зенкеровать Ø10,6</p> <p>15 развернуть Ø10,8H9 (п/р М12×1,25 – 7Н)</p> <p>16 сверлить Ø6,3H14 на l = 27-0,5 (Ø6,5H14)</p> <p>17 сверлить «дно» в отв. Ø6,3H14 (l = 27-0,5)</p> <p>18 рассверлить Ø9,8 (Ø10,8H9)</p> <p>18а зенкеровать Ø10,6</p> <p>19 развернуть Ø10,8H9; Ø6,5H14 (торец)</p> <p>20 зенкеровать (сверлить) фаску 1,6×45°</p> <p>21 нарезать резьбу М12×1,25 – 6Н (слесарным способом)</p> <p>22 установить (ввернуть) втулку - сверлить Ø3,3 (Ø3,5H9)</p> <p>23 установить 2ю втулку</p> | <p>Станок 2М55</p> <p>Кондуктор 320 – 8733</p> <p>Сверло 13П</p> <p>Зенкер 2323-051Б (14 глух) ГОСТ 12489</p> <p>Сверло Ø12÷Ø13, заточ. 90°</p> <p>Зенковка 2353 – 0134</p> <p>ГОСТ 14953-80 СТП 406 – 1205 – 73</p> <p>Зенкер 027 – 883 (Ø22,25; Ø28)</p> <p>Развертка 22,5H9 030 – 2116</p> <p>Сверло Ø26, заточ. 90°</p> <p>Зенкер 10,6 020 – 1142</p> <p>Развертка 030 – 2115</p> <p>СТП 406 – 1221</p> <p>Цапфа 10,8×6</p> <p>СТП 406 – 2018</p> <p>Пробка 10,8H9 100 – 3264</p> <p>Зенкер 10,6 020 – 1142</p> <p>Пробка 10,8H9 100 – 3264</p> <p>Метчик М12×1,25 – 6Н</p> <p>СТП 406-1503 (с перед. напр.)</p> <p>Метчик 2620 – 1499:3</p> <p>ГОСТ 3266 (глух.)</p> <p>Вороток (слесарный)</p> <p>Втулка 327 – 482 (М12×1,25)</p> <p>Сверло 3,3 ГОСТ 10902</p> <p>Втулка 327 – 484 (М12×1,25)</p> |
|-----|---|---|

Продолжение таблицы 4

| № Опер. | Наименование операции | Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент |
|---------|---|--|
| 075 | - развернуть Ø3,5H9 | Развертка Ø3,5 ГОСТ 1672 |
| 080 | Слесарная 1 удалить заусенцы, притупить острые | Верстак Тиски |

| | | |
|-----|---|--|
| | кромки в отверстиях (кроме Ø3,5Н9), на пересечениях отверстий Ø10Н14; Ø8Н14; Ø6Н14; Ø3,5Н9 | Шабер Метчик М12×1,25-6Н СТП 406-1503 (с напр.) |
| | 2 нарезать резьбу М12×1,25-6Н (по Ø10,8Н9) в 2х отв. 3 нарезать резьбу М10-6Н в 4х отв. 4 нарезать резьбу М24×1,5-6Н в 4х отв. 5 нарезать резьбу М42×1,5-6Н (по Ø40,5Н9) в 2х отв. 6 маркировать индекс изделия № детали согласно эскиза (шрифт ПО-5) | Метчик 2620-1499:3 ГОСТ 3266 (глух.) Вороток Калибр 152-3069 (набор щупов) Метчик М24×1,5-6Н 043-479 (с напр. по Ø22,5Н9) Метчик 2620-1803:3 ГОСТ 3266 (глух.) Калибр 152-3070 Метчик М42×1,5-6Н 043-480 (с напр. по Ø40,5Н9) Метчик 2620-2141 (М42×1,5-6Н) ГОСТ 3266 Калибр 152-3071 |
| 085 | Контрольная 1 проверить деталь согласно требованиям чертежа и техпроцесса 2 оформить приемку деталей | Плита |
| 090 | Консервация 1 поверхности деталей покрыть тонким слоем машинного масла 2 уложить детали в тару | Участок |

1.1.4 Анализ базового технологического процесса

Заготовкой является поковка, полученная в процессековки. Кованная поковка отличается свободным положением металла во времяковки, прочностью и пластичностью полученного материала.

Так как технологический процесс разрабатывался для условия мелкосерийного производства, то при изготовлении корпуса применяется универсальное оборудование. При обработке используется универсальная и

стандартная оснастка. Технологический процесс слишком длинный, он должен быть простым и максимально коротким.

Пути решения повышения технологичности:

- изменение способа получения заготовки с кованой поковки на штампованную поковку. Это приведет, к снижению расхода металла на механическую обработку;

- применение комбинированных инструментов, что позволит сократить основное время обработки за счет увеличения режимов резания и увеличить производительность обработки;

- отказаться от применении двух фрезерных станков 6P82Г и 6P13, а выбрать один станок, который справится с поставленными задачами.

Базы в технологическом процессе выбраны рационально, соблюдены правила и принципы базирования.

1.1.5 Выбор заготовки и метода её получения

Необходимо выбрать способ получения заготовки для изготовления корпуса Т455.131.001 из стали 40Х. Предлагается два варианта получения заготовки на основании анализа конструкции детали: поковка и штамповка.

1.1.5.1 Поковка на молотах ГОСТ 7829-70

Материал – сталь 40Х ГОСТ 1050-88.

Масса детали – 12,5 кг.

Назначенные припуски и допуски приведены в таблице 5.

Таблица 5 – назначенные припуски и допуски

| Параметр | Размер, мм. | Припуск, мм. | Допуск, мм. |
|----------|-------------|--------------|-------------|
| длина | 244 | 9±3 | 253±3 |
| высота | 97 | 8±3 | 105±3 |
| ширина | 100 | 8±3 | 108±3 |

Масса заготовки:

$$M_p = G_{cp} \cdot \rho_{ст},$$

где $\rho_{ст}$ – плотность стали кг/м³;

G_{cp} – объем описывающей длины м³.

$$G_{cp} = H \cdot B \cdot L,$$

где H – высота см;

B – ширина см;

L – длина см.

$$G_{cp} = 25,3 \cdot 10,5 \cdot 10,8 = 2,86 \text{ м}^3.$$

$$M_p = 2,86 \cdot 7,82 = 22,86 \text{ кг.}$$

Рассчитываем технологическую себестоимость детали:

$$S_T = \frac{m_d}{m_3} [C_{заг} + C_c (1 - K_{им})], \quad (7)$$

где S_T – технологическая себестоимость детали, включающая стоимость заготовки и механической обработки, руб.;

$C_{заг}$ – стоимость 1 кг заготовки, руб.;

$C_c = 99$ руб. – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению по состоянию на 01.01.16 года по данным ООО «Юргинский машзавод».

$$C_{заг} = a_i \cdot Q_i \cdot m_{bi}, \quad (8)$$

где a_i – коэффициент относительной 1 кг заготовки, изготовленной выбранным способом;

Q_i – масса заготовки, кг.;

m_{bi} – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом, руб.;

$a_i = 1,000$ из источника [3];

$m_{bi} = 100$ руб. по данным интернет ресурса [5].

$$Q_i = \frac{Q_d}{K_{им}}, \quad (9)$$

где Q_d – масса детали по рабочему чертежу, кг.;

$$Q_i = \frac{12,5}{0,54} = 23,14 \text{ кг.}$$

$$C_{заг} = 1 \cdot 22,86 \cdot 100 = 2286 \text{ руб.}$$

$$S_T = \frac{12,5}{22,86} [2286 + 99(1 - 0,54)] = 1274,9 \text{ руб.}$$

1.1.5.2 Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах ГОСТ 7505–89

Материал – сталь 40Х ГОСТ 1050–88.

Масса детали – 12,5 кг.

Масса поковки расчетная:

$$m_p = k_p \cdot m_d, \quad (10)$$

где k_p – расчетный коэффициент, $k_p = 1,3 \div 1,8$,

$$m_p = 12,5 \cdot 1,3 = 16,25 \text{ кг.}$$

Класс точности Т4.

Группа стали М2.

Группа сложности.

Масса описывающей фигуры (расчетная):

$$G_\phi = (24,4 \cdot 10 \cdot 9,7) - (8 \cdot 10 \cdot 4,2) - (1,3 \cdot 10 \cdot 4,3) = 19,2 \text{ кг.}$$

$$G_n / G_\phi = 19,2 / 22,86 = 0,83.$$

Степень сложности – С1.

Конфигурация поверхности разъема штампа – П – плоская.

Исходный индекс 9.

Основные припуски на размеры приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Основные припуски

| | | | | | | | | |
|----------------|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|
| Размер, мм. | 100 | 55 | 97 | 162 | 82 | 13 | 244 | 15 |
|----------------|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|

| | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Припуск, мм. | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 2,0 | 1,4 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Назначенные припуски и допуски приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Назначенные припуски и допуски

| Размер поковки, мм. | Допуск, мм. |
|---------------------|-----------------------|
| 244 | $249^{+1,3}_{-0,9}$ |
| 162 | $166,6^{+1,3}_{-0,7}$ |
| 100 | $104^{+1,3}_{-0,7}$ |
| 97 | $101^{+1,1}_{-0,5}$ |
| 82 | $86^{+0,9}_{-0,5}$ |
| 55 | $59^{+0,9}_{-0,5}$ |
| 15 | $18,8^{+0,8}_{-0,4}$ |
| 13 | $16,8^{+0,8}_{-0,4}$ |

Смещение по поверхности разъема штампа – 0,3 мм.

Отклонение от плоскостности – 0,5 мм.

На наружной поверхности – не более 5°.

На внутренней поверхности – не более 7°.

Масса поковки – 16,25 кг.

$$Q_i = \frac{12,5}{0,76} = 16,44 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{заг}} = 1 \cdot 16,44 \cdot 84,1 = 1382,6 \text{ руб.}$$

Рассчитываем технологическую себестоимость детали по формуле (7):

$$S_T = \frac{12,5}{16,25} [1382,6 + 99(1 - 0,76)] = 1082 \text{ руб.}$$

1.2.2.3. Оценка экономической эффективности заготовки.

Сделав расчеты по обоим методам получения заготовки, можно сделать вывод, что заготовка полученная методом объёмной штамповки экономически выгоднее поковки на молотах.

Определение экономического эффекта:

$$\mathcal{E} = (S_T^1 - S_T^2) \cdot N, \quad (11)$$

S_T^1 – себестоимость детали 1;

S_T^2 – себестоимость детали 2;

$$\mathcal{E} = (1274,9 - 1082) \cdot 8000 = 1157400 \text{ руб.}$$

Окончательно принимаем первый метод получения заготовки как окончательный.

1.1.6 Разработанный технологический маршрут

Разработанный технологический процесс изготовления корпуса Т455.131.001 разработан для мелкосерийного производства и представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Разработанный технологический маршрут

| № Опер. | Наименование операции | Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент |
|------------|--|--|
| 005 | Вертикально- фрезерная - фрезеровать плоскости 1, 2, 3, 4 на проход в размеры: 98,5±0,5; 104±0,5; 101±0,5; 97±0,5 | Вертикально – фрезерный станок: 6P13 |
| 010 | Слесарная - удалить заусенцы, притупить острые кромки после фрезерования плоскостей. | Верстак |
| 015 | Плоскошлифовальная - шлифовать плоскость 1 в размер 97 _{-0,1} | Плоскошлифовальный станок модели 3Б722 |
| 020 | Горизонтально- фрезерная - фрезеровать плоскость 1 и 2 в размер 244 _{-0,8} | Горизонтально – фрезерный станок модели 6P83 |
| 025 | Слесарная - удалить заусенцы, притупить острые кромки после фрезеровки. | Верстак |
| 030 | Вертикально- фрезерная - фрезеровать паз 80 Н14; 118±0,5 (30°±5′) - фрезеровать фаски 15±1×45°±1° - фрезеровать клиновой паз по размерам 153, 57±0,3; 30°±5′ - фрезеровать уступы в размеры 5±0,5; 34±0,3; 8±0,5; 26±0,5; 19±0,5; 4±0,2 | Вертикально – фрезерный обрабатывающий центр DMC 635 V ecoline |
| 035 | Слесарная - удалить заусенцы, притупить острые кромки после фрезеровки | Верстак |
| 040 | Плоскошлифовальная - шлифовать поверхность в размер 100±0,5 | Плоскошлифовальный станок модели 3Б722 |

Продолжение таблицы 8

| № Опер. | Наименование операции | Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент |
|------------|---|--|
| 042 | Плоскошлифовальная - шлифовать поверхность в размер 99±0,5 | Плоскошлифовальный станок модели 3Б722 |
| 045 | Протяжная - протянуть клиновой паз выдерживая | Протяжной станок модели 7Б55 |

| | | |
|-----|--|--|
| | размеры 153,57±0,3; 27±0,3; 7±0,3; 13,8±0,2 и шероховатостью Ra 2,5 | |
| 047 | Протяжная - протянуть клиновой паз выдерживая размеры 153,57±0,3; 27±0,3; 7±0,3; 13,8±0,2 и шероховатостью Ra 2,5 | Протяжной станок модели 7Б55 |
| 050 | Горизонтально – расточная Позиция 1 - сверлить Ø10Н14 - рассверлить Ø12Н14 Позиция 2 | Горизонтально – фрезерный обрабатывающий центр Naas ЕС – 400. |
| 050 | - рассверлить Ø12Н14 Позиция 3 - сверлить отв. Ø6Н14 - сверлить 2 отв. Ø8Н14 - рассверлить 3 отв. Ø12Н14 Позиция 4 - рассверлить 2 отв. Ø33Н9 (Ø35Н9) - рассверлить 2 отв. Ø38,5Н9 (Ø40,5Н9) - зенкеровать Ø34,7Н9; Ø40,2Н9 - зенкеровать фаску 1,6×45° (после снятия) - сверлить отв. Ø6Н14 - рассверлить Ø9,8Н9 (Ø10,8Н9) - зенкеровать Ø10,6Н9 - развернуть Ø10,8Н9 (п/р М12×1,25-6Н) - зенкеровать цековку Ø17Н12, фаску 1,6×45° - сверлить 2 отв. Ø12Н14 - рассверлить 2 отв. Ø24Н14 - развернуть Ø35Н9; Ø40,5Н9 (п/р М42×1, 5-6Н) - нарезать резьбу М42×1,5 – 6Н (по Ø40,5Н9) в 2х отв | |
| 055 | Вертикально – фрезерная - сверлить 6 отв. Ø8Н14; 1 отв. Ø8Н14 - рассверлить 2 отв. Ø12Н14 - сверлить 4 отв. Ø13Н12 (Ø14Н12) - сверлить фаску 1,6×45° (в 4 отв.) - нарезать резьбу М10 – 6Н в 4х отв | Вертикально – фрезерный обрабатывающий центр DMC 635 V ecoline |

Продолжение таблицы 8

| № Опер. | Наименование операции | Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент |
|---------|-----------------------|--|
|---------|-----------------------|--|

| | | |
|-----|---|---------|
| 055 | <ul style="list-style-type: none"> - зенкеровать 4 отв. Ø14Н9 - рассверлить 4 отв. Ø21Н9 (Ø22,5Н9) - зенкеровать 4 отв. Ø22,25Н9 - нарезать резьбу М24×1,5 – 6Н в 4х отв - зенкеровать 4 отв. Ø28Н11 - сверлить 4 фаски 1×45° - рассверлить Ø9,8Н9 (Ø10,8Н9) - развернуть Ø10,8Н9 (п/р М12×1,25 – 7Н) - зенкеровать Ø10,6Н9 - зенкеровать цековку Ø17Н12 - сверлить Ø6,3Н14 на l = 27-0,5 (Ø6,5Н14) - сверлить «дно» в отв. Ø6,3Н14 (l = 27-0,5) - рассверлить Ø9,8Н9 (Ø10,8Н9) - зенкеровать Ø10,6Н9 - развернуть Ø10,8Н9; Ø6,5Н14 (торец) - зенкеровать (сверлить) фаску 1,6×45° - нарезать резьбу М12×1,25 – 6Н | |
| 055 | <ul style="list-style-type: none"> - сверлить Ø3,3Н9 (Ø3,5Н9) - развернуть Ø3,5Н9 - фрезеровать 2 уступа по размерам 13±1; 162±0,5; 41±0,5 | |
| 060 | <p>Слесарная</p> <ul style="list-style-type: none"> - удалить заусенцы, притупить острые кромки в отверстиях (кроме Ø3,5Н9), на пересечениях отверстий Ø10Н14 Ø8Н14; Ø6Н14; Ø3,5Н9 - маркировать индекс изделия № детали (шрифт ПО – 5) | Верстак |
| 065 | <p>Контрольная</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверить деталь согласно требованиям чертежа и техпроцесса - оформить приемку деталей | Плита |
| 070 | <p>Консервация</p> <ul style="list-style-type: none"> - поверхности деталей покрыть тонким слоем машинного масла И – 20 ГОСТ 20799 – 75 - уложить детали в тару | Участок |

1.1.7 Выбор баз

Операция 005 вертикально – фрезерная. Заготовки базируются по четырём плоскостям в специальном приспособлении в ряд. На все линейные

размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

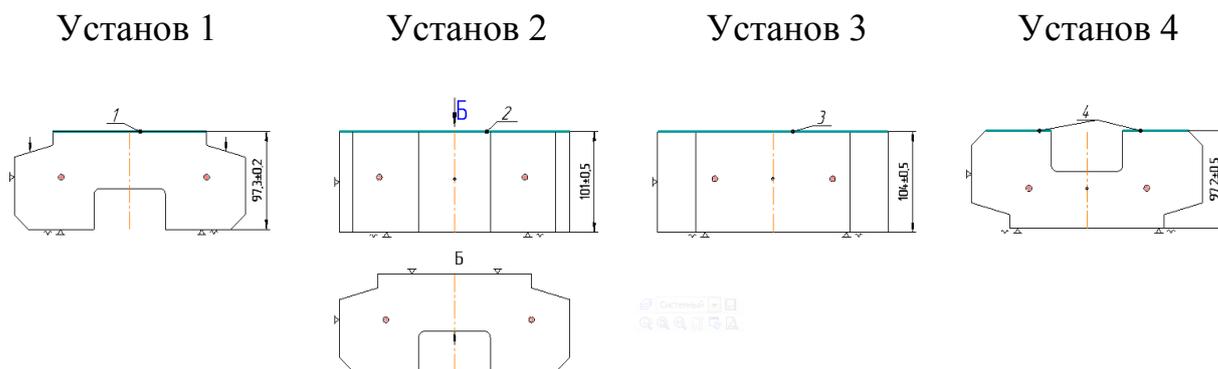


Рисунок 1 Схема установки заготовки для 005 операции

Операция 015 плоскошлифовальная. Заготовки базируются по одной плоскости на магнитной плите в ряд. На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

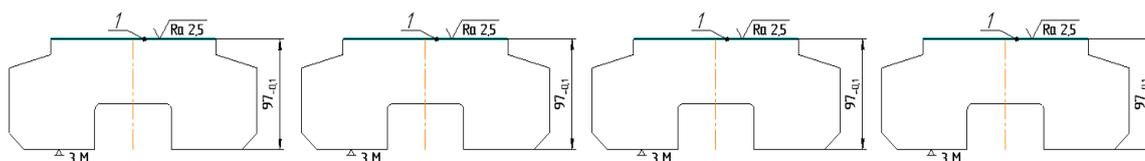


Рисунок 2 Схема установки заготовки для 015 операции

Операция 020 горизонтально – фрезерная. Заготовка базируется самоцентрирующемся приспособлении. Погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$, т. к. производится обработка мерным инструментом – набором фрез.

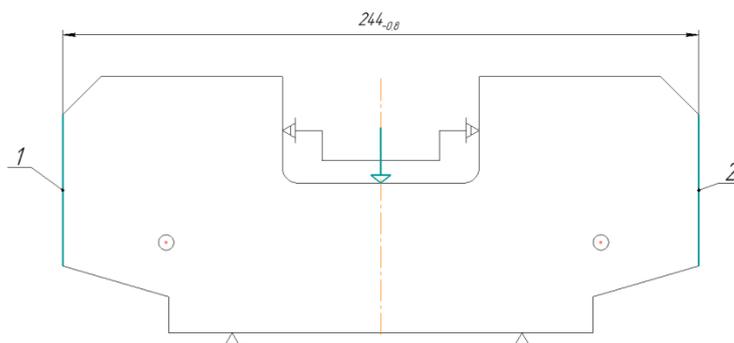


Рисунок 3 Схема установки заготовки для операции 020

Операция 030 вертикально – фрезерная. Заготовка базируется по трём плоскостям в самоцентрирующемся приспособлении. Погрешность базирования на размеры $42^{+0.5}$; 15 ± 1 ; 18 ± 0.5 ; 27^{+3} будет равна 0,1 мм. На все остальные

линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

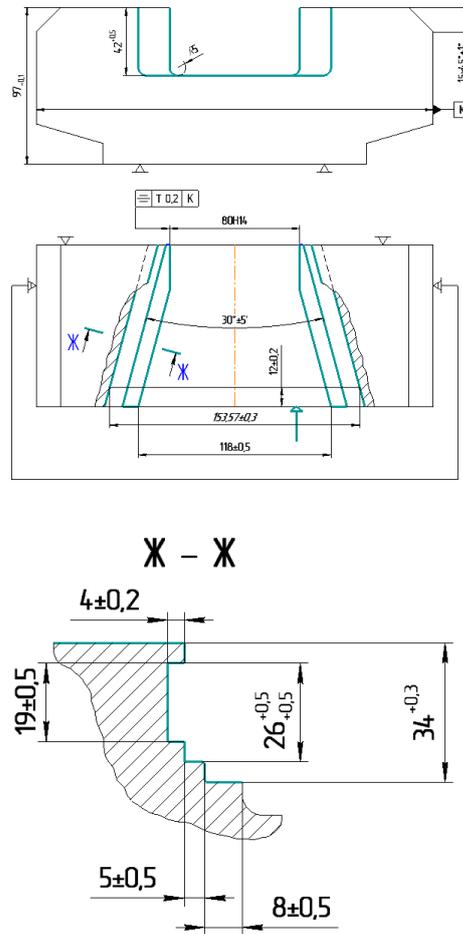


Рисунок 4 Схема установки заготовки для операции 030

Операция 040 плоскошлифовальная. Заготовка базируется по одной плоскости на магнитной плите. На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

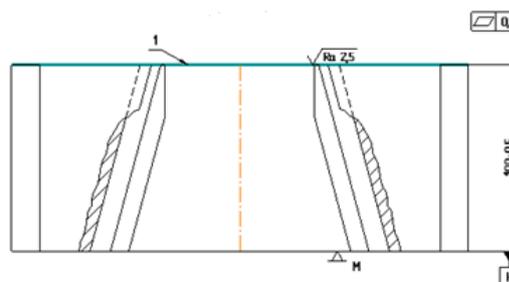


Рисунок 5 Схема установки заготовки для операции 040

Операция 042 плоскошлифовальная. Заготовка базируется по одной плоскости на магнитной плите. На все линейные размеры измерительная и

технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

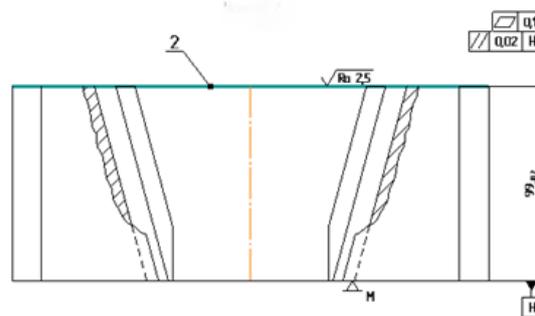


Рисунок 6 Схема установки заготовки для операции 042

Операция 045 протяжная. Заготовка базируется направлением втулки протяжки. На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

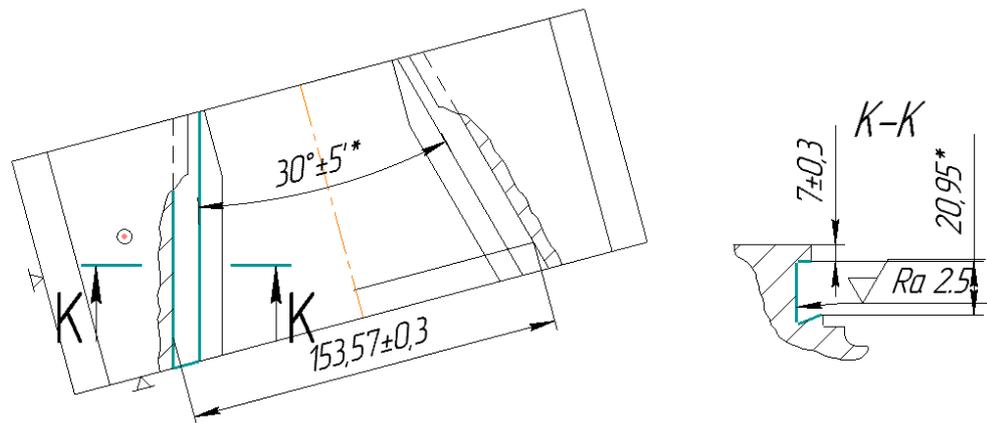


Рисунок 7 Схема установки заготовки для операции 045

Операция 047 протяжная. Заготовка базируется направлением втулки протяжки. На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$

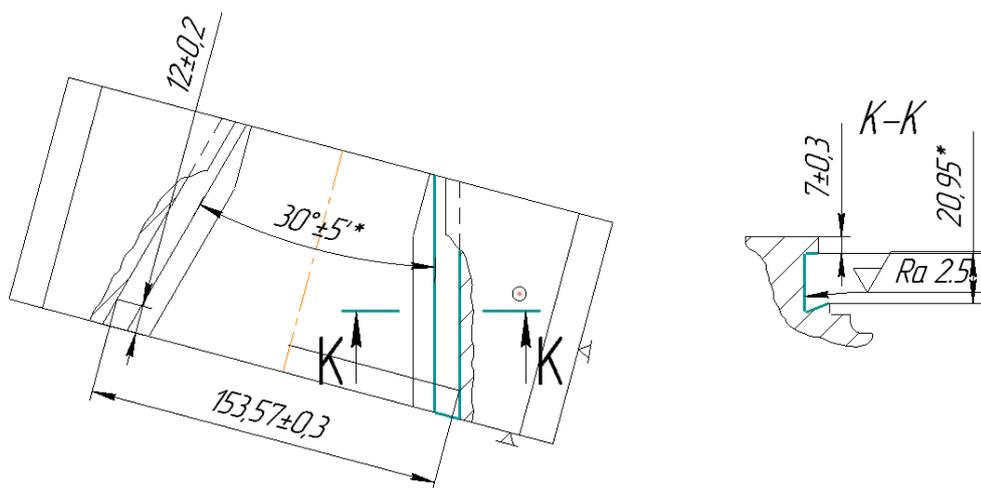


Рисунок 8 Схема установки заготовки для операции 047

Операция 050 горизонтально – фрезерная. Заготовка устанавливается по плоскости и клиновому пазу. Погрешность базирования на размеры $35\pm 0,5$; 5^{+1} будет равна 0,4 мм. На все остальные размеры погрешность базирования равна нулю, $\epsilon_b=0$, т. к. обработка производится мерным инструментом.

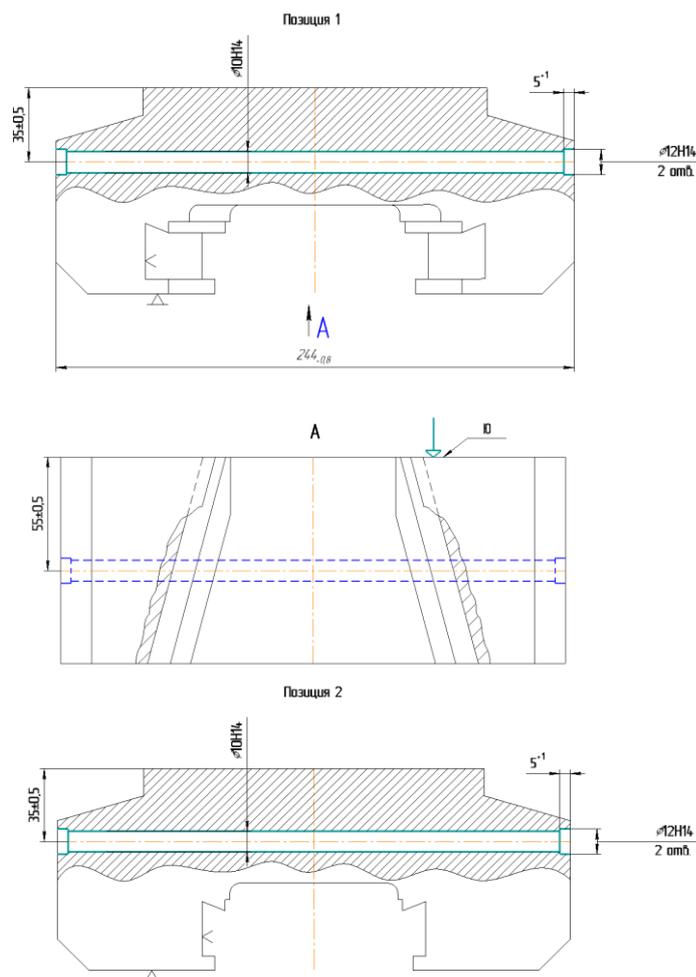


Рисунок 9 Схема установки заготовки для операции 050

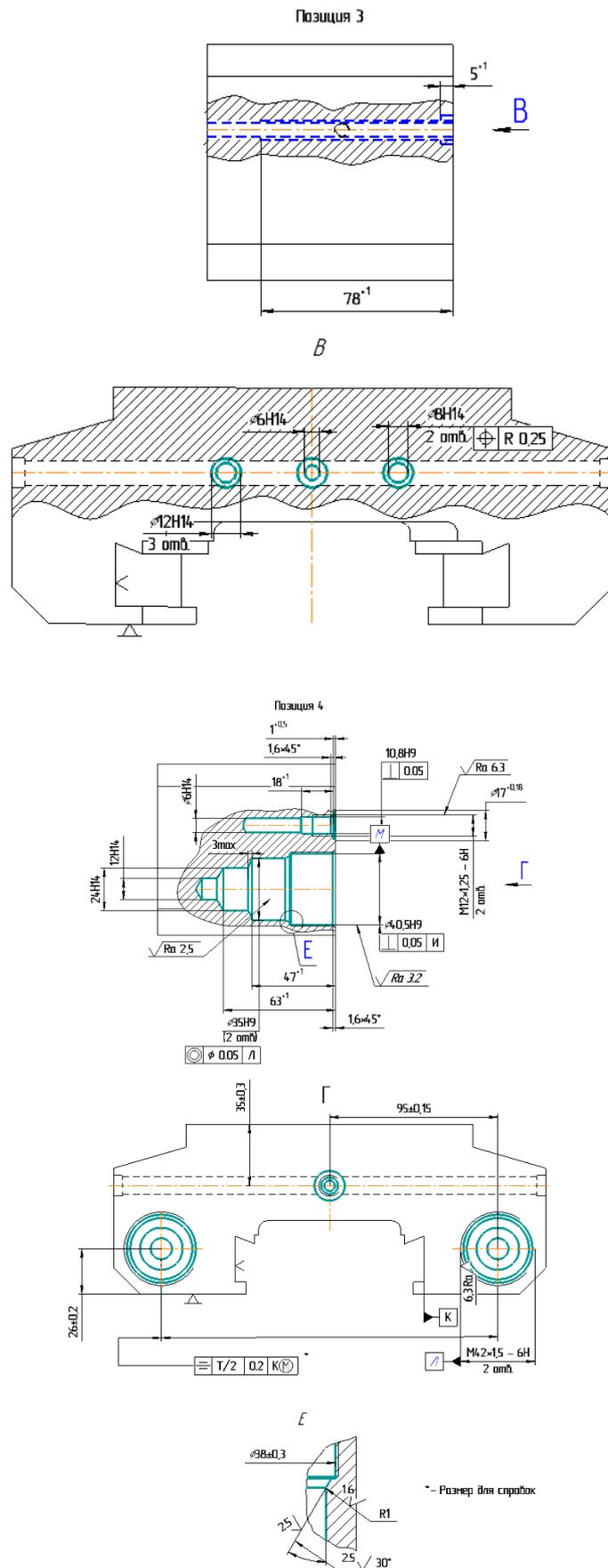


Рисунок 9 Схема установки заготовки для операции 050

Операция 055 вертикально – фрезерная. Базирование осуществляется с выверкой по плоскости Ю. Погрешность базирования на размеры 13 ± 1 ; 26^{+1} ; 32^{+1} ; 23^{+1} будет равна 0,4 мм. Погрешность базирования на размеры $18\pm 0,3$; $8,5\pm 0,3$; 3^{+5} ; $55\pm 0,5$ будет равна 0,2 мм. На все остальные размеры погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$, т. к. размеры выполняются мерным инструментом.

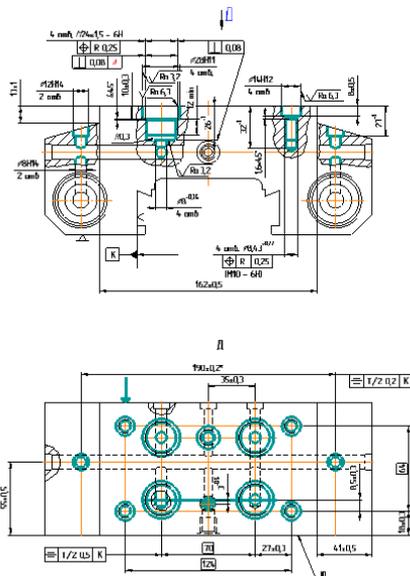


Рисунок 10 Схема установки заготовки для операции 055

1.1.8 Выбор средств технологического оснащения. Выбор оборудования

Технологическое оборудование выбираем в соответствии с технологическим маршрутом и серийностью производства.

Для операции 005 выбираем вертикально – фрезерный станок модели 6Р13, технические характеристики приведены в [4]. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размером оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Для операций 015, 040 и 042 выбираем плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем универсальный 3Б722 станок. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размером оборудования под размер заготовки, соответствует по точности. Технические характеристики приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики станка 3Б722

| Параметр | мм. |
|---|------------------|
| Класс точности по ГОСТ 8 – 82 | П |
| Наибольшие размеры обрабатываемых изделий (длина х ширина х высота), мм | 1000 × 360 × 400 |

Продолжение таблицы 9

| Параметр | мм. |
|--|------------|
| Наибольшие размеры обрабатываемых поверхностей (длина x ширина), мм | 1000 × 320 |
| Расстояние от оси шпинделя до зеркала стола, мм | 190...630 |
| Рабочий стол станка | |
| Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм | 1000 × 320 |
| Размеры поверхности электромагнитной плиты (длина x ширина), мм | 900 × 320 |
| Продольное перемещение стола от гидравлики (наименьшее/наибольшее, мм) | 300...1050 |
| Скорость возвратно-поступательного движения стола, м/мин | 2 ... 40 |

Для операции 020 выбираем горизонтально – фрезерный станок модели 6P83, технические характеристики приведены в [4]. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Для операций 045 и 047 выбираем протяжной станок модели 7Б55, технические характеристики приведены в [4]. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Для операции 050 выбираем горизонтально – фрезерный обрабатывающий центр Haas EC – 400, технические характеристики приведены в таблице 10. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности.

Таблица 10 – Технические характеристики Haas EC – 400

| Параметр | Единица параметра |
|--------------------------------|-------------------|
| Макс. перемещение по оси X, мм | 508 |
| Макс. перемещение по оси Y, мм | 508 |
| Макс. перемещение по оси Z, мм | 508 |
| Длина палеты/стола, мм | 400 |
| Ширина палеты/стола, мм | 400 |
| Максимальная нагрузка, кг | 454 |

Продолжение таблицы 10

| Параметр | Единица параметра |
|---|-------------------|
| Количество сменных палет, шт. | 2 |
| Время смены палеты, сек | 8 |
| Ширина Т-образных пазов, мм | — |
| Расстояние между Т-образными пазами, мм | — |
| Размер конуса шпинделя | 40 |
| Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин | 8000 |
| Макс. мощность шпинделя, кВт | 14,9 |
| Макс. крутящий момент, кН | 102 |
| Макс. осевое усилие, кН | 20,5 |
| Макс. скорость холостых подач, м/мин | 25,4 |
| Макс. рабочие подачи по осям, м/мин | 12,7 |
| Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт | 24+1 |
| Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм | 76 |
| Макс. масса инструмента, кг | 5,4 |
| Точность позиционирования, мм | ±0,0050 |
| Повторяемость, мм | ±0,0025 |
| Объем бака СОЖ, л | 303 |

Для операций 030 и 055 выбираем обрабатывающий центр DMC 635 V esoline, технические характеристики приведены в таблице 11. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности, число мет для инструментов в магазине хватает для выполнения данных операций.

Таблица 11 – Технические характеристики DMC 635 V ecoline

| Название параметра | Единица измерения | Единица параметра |
|---|-------------------|-------------------|
| Рабочая зона | | |
| Ход (X / Y / Z) | мм | 635 / 510 / 460 |
| Рабочий шпиндель | | |
| Диапазон скорости вращения, макс.. | об/мин | 12.000 |
| Мощность привода (40 / 100 % ED) | кВт | 13 / 9 |
| Крутящий момент (40 / 100 % ED) | Нм | 83 / 57 |
| Ускоренный ход (X / Y / Z) | м/мин | 30 |
| Усилие подачи, макс. | кН | 5 |
| Скорость подачи | м/мин | 24 |
| Точность позиционирования | | |
| ISO 230-2 (системы прямого/непрямого измерения перемещений) | мм | 0,016 / 0,006 |
| ISO 230-2 для осей В- и С- (система прямого измерения перемещений) | Угол, с | – |
| Р _{макс.} JIS B6330-1980 (системы прямого/непрямого измерения перемещений) | мм | 0,008 / 0,004 |
| Оси В- / С- | | |
| Диапазон наклона оси В | град | – |
| Зажим | | – |
| Ускоренный ход | град/мин | – |
| Инструментальный магазин / устройство смены инструмента | | |
| Число инструментов | | 30 |
| Вес инструментов, макс. | кг | 6 |
| Длина инструмента, макс. | мм | 300 |
| Диаметр инструмента, макс. | мм | ø 80 |
| Диаметр инструмента при свободных соседних местах, макс. | мм | ø 130 |

Продолжение таблицы 11

| Название параметра | Единица измерения | Единица параметра |
|---|-------------------|-------------------|
| Время крепления инструмента | с | 5 |
| Инструментальный магазин на 16 позиций: время смены инструмента поз. 1–2 / поз. 1-9 | с | – |
| Инструментальный магазин на 30/32 позиции: время смены инструмента | с | – |
| Исполнение стола | | |
| Поверхность зажима с Т-образными пазами | мм | 790 × 560 |
| Высота загрузки (верхний край стола) | мм | 720 |
| Нагрузка стола (суммарный вес) | кг | 600 |
| Системы управления | | |
| DMG MORI SLIMline [®] с Operate 4.5 на SIEMENS 840D solutionline | | |
| DMG MORI SLIMline [®] с HEIDENHAIN TNC 620 | | |

1.1.9 Выбор средств технологического оснащения

Технологическая оснастка предоставлена в таблице 12.

Таблица 12 – Технологическая оснастка

| Операция | Наименование операции | Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства защиты |
|----------|-------------------------|---|
| 005 | Вертикально – фрезерная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фреза торцевая Ø 125 2214 – 0153 T5K10 ГОСТ 9473 – 80 - оправка 6222–0104 ГОСТ 26541 – 85 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальное приспособление ФЮРА.А21084.100 <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - штангенциркуль ШЦ – II – 125 – 0,05 ГОСТ 166. <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85 - костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |
| 010 | Слесарная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ручная шлифмашинка ИП2013ИЭ |

Продолжение таблицы 12

| Операция | Наименование операции | Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства защиты |
|----------|-------------------------|---|
| 010 | | <p>Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства защиты</p> <ul style="list-style-type: none"> - круг 250×4,0×32 14А 40 – Н 27 Б 80м/с 2кл ГОСТ 21963-82 - напильник 2820 – 0026 ГОСТ 1465 – 80 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - слесарный верстак ГОСТ 16371 – 93 - тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045 – 75 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У - костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |
| 015 | Плоскошлифовальная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - круг пп 400×200×40 15А 40 – Н СМ2 К 80м/с 2кл ГОСТ 2424 – 83 <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - образец шероховатости 2,5 ШП ГОСТ 9378 – 93 - микрометр МК100-1 ГОСТ 6507 – 90 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У |
| 020 | Горизонтально–фрезерная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фреза торцевая Ø 315 2214 – 0215 Т5К10 ГОСТ 9473 – 80 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - установочные кольца - оправка центровая 7110 – 0525 ГОСТ 16213 – 70 - подшипник серьги <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самоцентрирующее приспособление ФЮРА. А21084.300. <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - штангенциркуль ШЦ – II – 250 – 0,05 ГОСТ 166. <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85 |
| 025 | Слесарная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ручная шлифмашинка ИП2013ИЭ - круг 250×4,0×32 14А 40 – Н 27 Б 80м/с 2кл ГОСТ 21963 – 82 - напильник 2820–0026 ГОСТ 1465 – 80 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - слесарный верстак ГОСТ 16371 – 93 - тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045 – 75 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У |

Продолжение таблицы 12

| Операция | Наименование операции | Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства защиты |
|----------|-------------------------------|--|
| 030 | Вертикально – фрезерная с ЧПУ | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фреза концевая Sandvik Coromant. RA25L – 6330 – AC22H - фреза угловая двухсторонняя 2292 – 0004 ГОСТ Р 50181–92; - трехсторонняя фреза Sandvik Coromant R331.35 -040A16DM080 - оправка 6220 – 0247 ГОСТ 13042 – 83 - оправка 6222 – 086 ГОСТ 26541 – 85 - патрон 930 – Сх – Р Sandvik Coromant <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самоцентрирующее приспособление ФЮРА.А21084.400 <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - калибр 153,57±0,3 101 – 1615 - шаблон 30°±5' 121 – 4571Б, 121 – 4572М - шаблон 27+0,3 102 – 4019 - набор щупов №2 ГОСТ 882 – 75 - калибр 80Н14 ГОСТ 24853 – 81 - комплексный калибр 5±0,5; 34+0,3; 8±0,5; 26±0,5; 19±0,5; 4±0,2 ГОСТ 24853 – 81 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У - костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |
| 035 | Слесарная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ручная шлифмашинка ИП2013ИЭ - круг 250×4,0×32 14А 40 – Н 27 Б 80м/с 2кл ГОСТ 21963 – 82 - напильник 2820–0026 ГОСТ 1465 – 80. <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - слесарный верстак ГОСТ 16371 – 93 - тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045 – 75. <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У |
| 040 | Плоскошлифовальная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - круг пп 400×200×40 15А 40 – Н СМ2 К 80м/с 2кл ГОСТ 2424 – 83 <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - образец шероховатости 2,5 ШП ГОСТ 9378 – 93 - микрометр МК100 – 1 ГОСТ 6507 – 90 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У - костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |

Продолжение таблицы 12

| Операция | Наименование операции | Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства защиты |
|----------|-----------------------|--|
| 042 | Плоскошлифовальная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - круг пп 400×200×40 15А 40 – Н СМ2 К 80м/с 2кл ГОСТ 2424 – 83 <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - образец шероховатости 2,5 ШП ГОСТ 9378 – 93 - микрометр МК100 – 1 ГОСТ 6507 – 90 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У |
| 045 | Протяжная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - протяжка специальная ФЮРА.А21084.500 - протяжка специальная ФЮРА.А21084.600 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - адаптер специальный ФЮРА.А21084.700 - плавающее приспособление ФЮРА.А21084.800 <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - шаблон 27+0,3 102 – 4019 - шаблон 30°±5' 121 – 4571Б, 121 – 4572М - образец шероховатости 2,5 С ГОСТ 9378 – 93 - штангенциркуль ШЦЦ – 1 – 125 – 0,01 ГОСТ 166 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |
| 047 | Протяжная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - протяжка специальная ФЮРА.А21084.500 - протяжка специальная ФЮРА.А21084.600 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - адаптер специальный ФЮРА.А21084.700 - плавающее приспособление ФЮРА.А21084.800 <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - шаблон 27+0,3 102 – 4019 - шаблон 30°±5' 121 – 4571Б, 121 – 4572М - образец шероховатости 2,5 С ГОСТ 9378 – 93 - штангенциркуль ШЦЦ – 1 – 125 – 0,01 ГОСТ 166 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |

Продолжение таблицы 12

| Операция | Наименование операции | Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства защиты |
|----------|---------------------------------|--|
| 050 | Горизонтально – фрезерная с ЧПУ | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сверло ISCARGUNDRILLS фирмы ISCAR D = 10 W = 300 LA = 40 B = 120 - сверло Ø 10 2301 – 0028 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 5 2301 – 3001 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 8 2301 – 0015 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 6 2301 – 0001 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 12 2301 – 0039 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 24 2301 – 0082 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 33 2301 – 0117 ГОСТ 10903 – 77 - зенкер Ø 12 2323 – 0511 ГОСТ 12489 – 71 - зенкер Ø 10,8 2323 – 0507 ГОСТ 12489 – 71 - зенкер комбинированный ФЮРА.А21.084.201 - цековка 2350 – 0756 ГОСТ 26258 – 87 - цековка 2350 – 0748 ГОСТ 26258 – 87 - гребенчатая фреза 2672 – 0018 6Н ГОСТ 1336 – 77 - гребенчатая фреза 2672 – 0186 6Н ГОСТ 1336 – 77 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальное приспособление ФЮРА.А21.084.200 - втулка 6100–0324 ГОСТ 13598–85 (11 шт.) - термopатрон (1 шт.) - цанговый патрон (3 шт.) |
| 055 | Вертикально – фрезерная с ЧПУ | <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - калибр 152 – 3069 ГОСТ 24853 – 81 - калибр 152 – 3070 ГОСТ 24853 – 81 - калибр 152 – 3071 ГОСТ 24853 – 81 - штангенциркуль ШЦ – II – 200 – 0,05 ГОСТ 166 - угломер типа 1 – 2 ГОСТ 5378 – 88 - шаблоны резьбовые ГОСТ 519 – 77 - набор щупов №2 ГОСТ 882 – 75 - линейка ЛС – 100×60 кл. 1 ГОСТ 4046 – 80 - угольник ЛК – 0 – 160 ГОСТ 3749 – 77 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85 |
| 055 | Вертикально – фрезерная с ЧПУ | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - метчик 2620 – 2616 ГОСТ 3266 – 81 - метчик 2620 – 1504 ГОСТ 3266 – 81 - сверло Ø 8 2301 – 3574 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 9,8 2301 – 3577 ГОСТ 10903 – 77 |

Продолжение таблицы 12

| Операция | Наименование операции | Рабочий инструмент, вспомогательная оснастка, мерительный инструмент, приспособления, средства защиты |
|----------|-----------------------|---|
| 055 | | <ul style="list-style-type: none"> - сверло Ø 6,5 2301 – 3557 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 3,5 ГОСТ 20698 – 75 - зенкер Ø 14 020 – 1142 ГОСТ 12489 – 71 - развертка Ø 10,8 2363 – 0353 ГОСТ 1672 – 80 - сверло Ø 12 2301 – 0039 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 13 2301 – 0040 ГОСТ 10903 – 77 - сверло Ø 21 2301 – 0082 ГОСТ 10903 – 77 - цековка 2350 – 0756 ГОСТ 26258 – 87 - цековка 2350 – 0748 ГОСТ 26258 – 87 - гребенчатая фреза 2672 – 0018 6H ГОСТ 1336 – 77 - зенкер Ø 22,25 2323 – 0591 ГОСТ 12489 – 71 - зенкер Ø 28 2323 – 0643 ГОСТ 12489 – 71 - зенкер Ø 10,8 2323 – 0495 ГОСТ 12489 – 71 - фреза угловая двухсторонняя 2292 – 0004 ГОСТ Р 50181 – 92 <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальное приспособление ФЮРА.А21.084.200 - втулка 6100 – 0258 ГОСТ 13598 – 85 (4 шт.) - втулка 6100 – 0305 ГОСТ 13598 – 85 - втулка 6100 – 0402 ГОСТ 13598 – 85 (2 шт.) - патрон 2 – 30 – 2 – 90 ГОСТ 26539 – 85 (5 шт.) - термopatрон - цанговый патрон (5 шт.) <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - калибр 152 – 3069 ГОСТ 24853 – 81 - калибр 152 – 3070 ГОСТ 24853 – 81 - калибр 152 – 3071 ГОСТ 24853 – 81 - калибр 152 – 3087 ГОСТ 24853 – 81 - штангенциркуль ШЦ – П – 200 – 0,05 ГОСТ 166 - угломер типа 1 – 2 ГОСТ 5378 – 88 - шаблоны резьбовые ГОСТ 519 – 77 - набор щупов №2 ГОСТ 882 – 75 - угольник ЛК – 0 – 160 ГОСТ 3749 – 77 <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85 - костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |

1.1.10 Расчет режимов резания

Расчёт режимов резания производим по [8, 13], результат приведён в таблице 13.

Таблица 13 – Режимы резания

| № операции | Инструмент | Режимы резания |
|------------|--|--|
| 005 | Фреза торцевая Ø 125 2214 – 0153 T5K10 ГОСТ 9473 – 80 Фрезеровать плоскость в размер 97,3±0,2 | Глубина резания $t = 3$ мм Подача $S_z = 0,1$ мм/зуб Скорость резания $V = 163$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 400$ об/мин Мощность резания $N = 2,3$ кВт Основное время $T_0 = 1,8$ мин |
| 015 | Круг пп 400×200×40 15А 40 – Н СМ2 К 80м/с 2кл ГОСТ 2424 – 83. Шлифовать плоскость в размер 97 _{-0,1} . | Подача $S_{\text{поп}} = 16$ мм/ход стола Скорость заготовки $V_z = 7$ м/мин Подача на глубину шлифования $St = 0,110$ мм/ход Скорость перемещения стола $V_{\text{ст}} = 8$ м/мин Скорость вращения круг $V_{\text{кр}} = 35$ м/с. Основное время $T_0 = 0,46$ мин |
| 020 | Фреза торцевая Ø 315 2214 – 0215 T5K10 ГОСТ 9473–69. Фрезеровать плоскость 1 и 2 в размер 244 _{-0,8} | Глубина резания $t = 2,5$ мм Подача $S_z = 0,13$ мм/зуб Скорость резания $V = 121$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 160$ об/мин Мощность резания $N = 4,6$ кВт Основное время $T_0 = 4,8$ мин |
| 030 | Фреза концевая Sandvik Coromant RA215.3L – 63 30 – АС22Н. Фрезеровать паз 80 Н14; 118±0,5 (30°±5'). Фрезеровать клиновой паз по размерам 153, 57±0,3; 30°±5' | Глубина резания $t = 2,4$ мм Подача $S_z = 0,1$ мм/зуб Скорость резания $V = 235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 316$ об/мин Крутящий момент $M_{\text{кр}} = 71$ Н·м Мощность резания $N = 3$ кВт Основное время $T_0 = 7,32$ мин |
| | Фреза угловая двухсторонняя 2292 – 0004 ГОСТ Р 50181 – 92. Фрезеровать фаски 15±1×45°±1° | Глубина резания $t = 5$ мм Подача $S_z = 0,12$ мм/зуб Скорость резания $V = 84$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 425$ об/мин Мощность резания $N = 10,5$ кВт Основное время $T_0 = 2,88$ мин |
| | Трехсторонняя фреза Sandvik Coromant R331.35 – 040А16DM080. Фрезеровать уступы в размеры 5±0,5; 34±0,3; 8±0,5; 26±0,5; 19±0,5; 4±0,2 | Глубина резания $t = 4$ мм Подача $S_z = 0,1$ мм/зуб Скорость резания $V = 235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 315$ об/мин Крутящий момент $M_{\text{кр}} = 71$ Н·м Мощность резания $N = 2,2$ кВт Основное время $T_0 = 3,3$ мин |
| 040 | Круг пп 400×200×40 15А 40 – Н СМ2 К 80м/с 2кл ГОСТ 2424 – 83. Шлифовать поверхность в размер 100-0,7. | Подача $S_{\text{поп}} = 16$ мм/ход стола Скорость заготовки $V_z = 7$ м/мин Подача на глубину шлифования $St = 0,110$ мм/ход Скорость перемещения стола $V_{\text{ст}} = 8$ м/мин Скорость вращения круг $V_{\text{кр}} = 35$ м/с Основное время $T_0 = 0,12$ мин |

Продолжение таблицы 13

| № операции | Инструмент | Режимы резания |
|------------|---|---|
| 042 | Круг пп 400×200×40 15А 40 – Н СМ2 К 80м/с 2кл ГОСТ 2424 – 83. Шлифовать поверхность в размер 99±0,5 | Подача S _{поп} = 16 мм/ход стола Скорость заготовки V _з = 7 м/мин Подача на глубину шлифования St = 0,110 мм/ход Скорость перемещения стола V _{ст} = 8 м/мин Скорость вращения круг V _{кр} = 35 м/с Основное время T _о = 0,12 мин |
| 045 | Протяжка специальная ФЮРА.А21084.500. Протянуть клиновой паз выдерживая размеры 153,57±0,3; 27+0,3; 7±0,3; 13,8+0,2 и шероховатостью Ra 2,5 | Подача S _z = 0,1 мм/зуб Скорость резания V = 7 м/мин Сила резания P _z = 3550 Н Мощность N = 0,45 кВт Основное время T _о = 0,01 мин |
| 047 | Протяжка специальная ФЮРА.А21084.600. Протянуть клиновой паз выдерживая размеры 153,57±0,3; 27+0,3; 7±0,3; 13,8+0,2 и шероховатостью Ra 2,5 | Подача S _z = 0,1 мм/зуб Скорость резания V = 7 м/мин. Сила резания P _z = 3550 Н Мощность N = 0,45 кВт Основное время T _о = 0,01 мин |
| 050 | Сверло Ø 10 2301 – 0028 ГОСТ 10903 – 77. Сверлить отверстие 1 выдерживая Ø10Н14 на глубину 20±0,5 мм | Глубина резания t = 5 мм Подача S = 0,26 мм/об Скорость резания V = 19,8 м/мин Число оборотов шпинделя n = 500 об/мин Основное время T _о = 0,02 мин |
| | Зенкер Ø 12 2323–0511 ГОСТ 12489–71. Зенкеровать отверстие 2 выдерживая 12Н14 на глубину 5+1 мм | Глубина резания t = 6 мм Подача S = 0,26 мм/об Скорость резания V = 18,9 м/мин Число оборотов шпинделя n = 500 об/мин Сила резания P _z = 3193 Н Основное время T _о = 0,08 мин |
| | Сверло Ø 5 2301 – 3001 ГОСТ 10903 – 77. Центровать отверстия 4, 5, 6 выдерживая Ø 5Н14 на глубину 3 мм | Глубина резания t = 2,5 мм Подача S = 0,13 мм/об Скорость резания V = 27,5 м/мин Число оборотов шпинделя n = 1751 об/мин Основное время T _о = 0,02 мин |
| | Сверло Ø 6 2301 – 0001 ГОСТ 10903 – 77. Сверлить отверстие 5 выдерживая 6Н14 на глубину 45Н14 мм | Глубина резания t = 3 мм Подача S = 0,13 мм/об Скорость резания V = 23,8 м/мин Число оборотов шпинделя n = 1183 об/мин Сила резания P _z = 983 Н Мощность резания N = 0,25 кВт Основное время T _о = 0,05 мин |

Продолжение таблицы 13

| № операции | Инструмент | Режимы резания |
|------------|--|---|
| 050 | Сверло Ø 8 2301 – 0015 ГОСТ 10903 – 77. Сверлить 2 отверстия 4 выдерживая 8Н14 на глубину 78 ⁺¹ мм | Глубина резания t = 4 мм Подача S = 0,18 мм/об Скорость резания V = 23,2 м/мин Число оборотов шпинделя n = 923 об/мин Сила резания P _z = 1800 Н Мощность резания N = 0,51 кВт Основное время T ₀ = 0,51 мин |
| | Сверло Ø 24 2301 – 0082 ГОСТ 10903 – 77. Рассверлить отверстие 10 выдерживая 24Н14 на глубину 63 ⁺¹ мм. в 2х отв | Глубина резания t = 12 мм Подача S = 0,21 мм/об Скорость резания V = 20,5 м/мин Число оборотов шпинделя n = 272 об/мин Основное время T ₀ = 1,54 мин |
| | Сверло Ø 33 2301–0117 ГОСТ 10903–77. Рассверлить отверстие 11 выдерживая Ø 33Н14 на глубину 47 ⁺¹ мм. в 2х отв | Глубина резания t = 16,5 мм Подача S = 0,47 мм/об Скорость резания V = 25 м/мин Число оборотов шпинделя n = 241 об/мин Основное время T ₀ = 0,97 мин |
| | Зенкер комбинированный ФЮРА А21.084.201 Зенкеровать отверстия 11 и 12 выдерживая Ø 34,7Н12 и Ø 38±0,3 на глубину 47+1 мм. в 2х отв. | Глубина резания t = 17,35 мм Подача S = 0,75 мм/об Скорость резания V = 12 м/мин Число оборотов шпинделя n = 150 об/мин Основное время T ₀ = 0,97 мин |
| | Зенкер Ø 10,8 2323–0507 ГОСТ 12489–71. Зенкеровать отверстие 8 выдерживая Ø 10,8Н9 на глубину 18+1 мм. с фаской 1,6 45 | Глубина резания t = 15,4 мм Подача S = 0,25 мм/об Скорость резания V = 20 м/мин Число оборотов шпинделя n = 590 об/мин Основное время T ₀ = 0,14 мин |
| | Цековка 2350 – 0756 ГОСТ 26258 – 87 Зенкеровать цековку 8 выдерживая 17Н12, фаску 1,6×45 . | Глубина резания t = 8,5 мм Подача Sz = 0,18 мм/зуб Скорость резания V = 15 м/мин Число оборотов шпинделя n = 281 об/мин Основное время T ₀ = 0,05 мин |
| | Цековка 2350 – 0748 ГОСТ 26258 – 87. Зенкеровать цековку 11, выдерживая фаску 1,6×45 в 2х отв. | Глубина резания t = 0,8 мм Подача Sz = 0,18 мм/зуб Скорость резания V = 15 м/мин Число оборотов шпинделя n = 3000 об/мин Основное время T ₀ = 0,01 мин |
| | Фреза 2672 – 0018 6Н ГОСТ 1336 –77. Нарезать резьбу 8 выдерживая М12 1,5 – 6Н на глубину 15 min. | Глубина резания t = 1.5 мм Подача Sz = 0,02 мм/зуб Скорость резания V = 56 м/мин Число оборотов шпинделя n = 900 об/мин Основное время T ₀ = 1,11 мин |

Продолжение таблицы 13

| № операции | Инструмент | Режимы резания |
|------------|--|---|
| 050 | Фреза 2672 – 0186 6Н ГОСТ 1336 – 77. Нарезать резьбу 12 выдерживая М42 1,5 – 6Н на глубину 25,5+0,5 мм. в 2х отв. | Глубина резания $t = 1,5$ мм Подача $SZ = 0,02$ мм/зуб Скорость резания $V = 49$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 345$ об/мин Основное время $T_0 = 8,7$ мин |
| | Метчик 2620 – 1504 ГОСТ 3266 – 81. Нарезать резьбу М10×1,5 – 6Н в 2х отверстиях на глубину 12 мм. | Глубина резания $t = 5$ мм Подача $Sz = 0,02$ мм/зуб Скорость резания $V = 56$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 900$ об/мин Крутящий момент $M_{кр} = 71$ Н·м Мощность резания $N = 1,6$ кВт Основное время $T_0 = 0,5$ мин |
| 055 | Гребенчатая фреза 2672 – 0018 6Н ГОСТ 1336 – 77. Нарезать резьбу М24×1,5 – 6Н в 4х отверстиях на глубину 10±0.3 мм. | Глубина резания $t = 6$ мм Подача $Sz = 0,02$ мм/зуб Скорость резания $V = 56$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 814$ об/мин Основное время $T_0 = 0,49$ мин |
| | Фреза угловая двухсторонняя 2292 – 0004 ГОСТ Р 50181–92. Фрезеровать 2 уступа по размерам 13±1; 162±0,5; 41±0,5. | Глубина резания $t = 5$ мм Подача $Sz = 0,12$ мм/зуб Скорость резания $V = 84$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 900$ об/мин Основное время $T_0 = 0,3$ мин |
| | Сверло Ø 8 2301 – 3574 ГОСТ 10903 – 77. Сверлить 6 отверстий Ø 8Н14 на глубину 35±0,5 мм. | Глубина резания $t = 4$ мм Подача $S = 0,18$ мм/об Скорость резания $V = 23,2$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 923$ об/мин Сила резания $P_z = 1602$ Н Мощность резания $N = 0,47$ кВт Основное время $T_0 = 0,8$ мин |
| 055 | Сверло Ø 9,8 2301–3577 ГОСТ 10903–77. Рассверлить отверстие Ø 9,8Н9 на глубину 19 ⁺¹ мм. | Глубина резания $t = 4,9$ мм Подача $S = 0,23$ мм/об Скорость резания $V = 22,3$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 725$ об/мин Сила резания $P_z = 2340$ Н Мощность резания $N = 0,68$ кВт Основное время $T_0 = 0,09$ мин |
| | Сверло Ø 12 2301 – 0039 ГОСТ 10903 – 77. Рассверлить 2 отверстия Ø 12Н14 на глубину 23 ⁺¹ мм. | Глубина резания $t = 6$ мм Подача $S = 0,1$ мм/об Скорость резания $V = 18,9$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 500$ об/мин Основное время $T_0 = 0,2$ мин |

Продолжение таблицы 13

| № операции | Инструмент | Режимы резания |
|------------|--|--|
| 055 | Сверло Ø 13 2301 – 0040 ГОСТ 10903 – 77. Сверлить в 4х отверстиях Ø 13Н12 дно на глубину 5 мм. | Глубина резания $t = 6,5$ мм Подача $S = 0,26$ мм/об Скорость резания $V = 19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 500$ об/мин Основное время $T_0 = 0,5$ мин |
| | Сверло Ø 21 2301 – 0082 ГОСТ 10903 – 77. Рассверлить 4 отверстия Ø 21Н9 на глубину 26^{+1} мм. | Глубина резания $t = 10,5$ мм Подача $S = 0,33$ мм/об Скорость резания $V = 20,5$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 272$ об/мин Основное время $T_0 = 0,3$ мин |
| | Сверло Ø 6,5 2301 – 3557 ГОСТ 10903 – 77. Рассверлить отверстие Ø 6,5Н14 на глубину $27_{-0,5}$. | Глубина резания $t = 3,25$ мм Подача $S = 0,13$ мм/об Скорость резания $V = 23,8$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 1185$ об/мин Сила резания $P_z = 983$ Н Мощность резания $N = 0,25$ кВт Основное время $T_0 = 0,05$ мин |
| | Сверло Ø 3,5 ГОСТ 20698 – 75. Сверлить отверстие Ø 3,5Н9 на глубину 3 мм. | Глубина резания $t = 1,75$ мм Подача $S = 0,09$ мм/об Скорость резания $V = 24,2$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 2200$ об/мин Сила резания $P_z = 493$ Н Мощность резания $N = 0,13$ кВт Основное время $T_0 = 0,02$ мин |
| | Зенкер Ø 10,8 020 – 1142 ГОСТ 12489 – 71. Зенкеровать отверстие Ø 10,8Н9 на глубину 19_{+1} мм. | Глубина резания $t = 5,4$ мм Подача $S = 0,14$ мм/об Скорость резания $V = 21$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 600$ об/мин Основное время $T_0 = 0,14$ мин |
| | Зенкер Ø 14 020 – 1142 ГОСТ 12489 – 71. Зенкеровать 4 отверстия Ø 14Н12 на глубину $8 \pm 0,5$ мм. | Глубина резания $t = 7$ мм Подача $S = 0,25$ мм/об Скорость резания $V = 20$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 590$ об/мин Основное время $T_0 = 0,4$ мин |
| | Зенкер Ø 22,25 2323 – 0591 ГОСТ 12489 – 71. Зенкеровать 4 отверстия Ø 22,25Н9 на глубину $10 \pm 0,3$ мм. | Глубина резания $t = 11,14$ мм Подача $S = 0,75$ мм/об Скорость резания $V = 12$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 150$ об/мин Основное время $T_0 = 1,2$ мин |
| | Зенкер Ø 28 2323 – 0643 ГОСТ 12489 – 71. Зенкеровать 4 отверстия Ø 28Н11 на глубину 12 мм. | Глубина резания $t = 14$ мм Подача $S = 0,95$ мм/об Скорость резания $V = 10$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 200$ об/мин Основное время $T_0 = 1,3$ мин |

Продолжение таблицы 13

| № операции | Инструмент | Режимы резания |
|------------|--|--|
| 055 | Цековка 2350 – 0756 ГОСТ 26258–87. Зенкить Ø17Н12; фаску 1×45°. | Глубина резания $t = 8,5$ мм Подача $S_z = 0,18$ мм/зуб Скорость резания $V = 15$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 281$ об/мин Основное время $T_0 = 0,05$ мин |
| | Цековка 2350 – 0748 ГОСТ 26258 – 87. Сверлить 4 фаски 1×45°. | Глубина резания $t = 0,5$ мм Подача $S_z = 0,18$ мм/зуб Скорость резания $V = 15$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 281$ об/мин Основное время $T_0 = 0,05$ мин |
| | Зенкер Ø 10,8 2363 – 0353 ГОСТ 1672 – 80. Зенкеровать отверстие Ø 10,8Н9 на глубину 18^{+1} мм. | Глубина резания $t = 5,4$ мм Подача $S = 0,25$ мм/об Скорость резания $V = 21$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 600$ об/мин Основное время $T_0 = 0,14$ мин |
| | Метчик 2620 – 2616 ГОСТ 3266 – 81. Нарезать резьбу М12×1,5 – 6Н в 4х отверстиях на глубину 18 мм. | Глубина резания $t = 5$ мм Подача $S_z = 0,02$ мм/ре, Скорость резания $V = 56$ м/мин Число оборотов шпинделя $n = 900$ об/мин Основное время $T_0 = 0,5$ мин |

1.1.11 Расчет припусков на механическую обработку

Для наиболее точных поверхностей определяем припуски аналитическим методом используя интернет ресурс [16]. Расчет припусков для отверстия диаметра 28Н11 приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет припусков для отверстия Ø 28Н11

| Технологический переход обработки поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | Мин. припуск $2Z_{min}$, мкм | Расчётный размер, мм | Допуск TD, мм | Предельные размеры, мм | | Предельные значения припусков, мкм | |
|---|------------------------|----|-----|---|-------------------------------|----------------------|---------------|------------------------|-----------|------------------------------------|------------|
| | Rz | h | DE | e | | | | min | max | $2Z_{min}$ | $2Z_{max}$ |
| IT14 | 12,5 | 40 | 150 | 0 | 2x0 | 27,660 | 0,6 2 | 27,0 4 | 27,6 6 | -40 | 1240 |
| IT12 | 6,3 | 20 | 6 | 0 | 2x203 | 28,065 | 0,2 5 | 27,8 2 | 28,0 7 | 410 | 780 |
| IT11 | 3,2 | 20 | 1 | 0 | 2x32 | 28,13 | 0,1 3 | 28 3 | 28,1 3 | 60 | 180 |

Продолжение таблицы 14

| Технологический переход обработки поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | Мин. припуск $2Z_{min}$, мкм | Расчётный размер, мм | Допуск TD, мм | Предельные размеры, мм | | Предельные значения припусков, мкм | |
|---|---------------------------------|---|----|---|-------------------------------|----------------------|---------------|------------------------|-----|------------------------------------|------------|
| | Rz | h | DE | e | | | | min | max | $2Z_{min}$ | $2Z_{max}$ |
| | $Z_{max} = 2200$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $Z_{min} = 430$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $Z_{max} - Z_{min} = 1770$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $T_{dзаг} = 1900$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $T_{дет} = 130$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $T_{dзаг} - T_{дет} = 1770$ мкм | | | | | | | | | | |

Расчет припусков для отверстия диаметра 14Н9 приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет припусков для отверстия Ø 14Н9

| Технологический переход обработки поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | Мин. припуск $2Z_{min}$, мкм | Расчётный размер, мм | Допуск TD, мм | Предельные размеры, мм | | Предельные значения припусков, мкм | |
|---|---------------------------------|----|-----|---|-------------------------------|----------------------|---------------|------------------------|--------|------------------------------------|------------|
| | Rz | h | DE | e | | | | min | max | $2Z_{min}$ | $2Z_{max}$ |
| IT14 | 25 | 40 | 150 | 0 | 2x0 | 13,536 | 0,62 | $12,9_2$ | 13,54 | 40 | 1320 |
| IT11 | 12,5 | 20 | 6 | 0 | 2x215 | 13,966 | 0,25 | $13,7_2$ | 13,97 | 430 | 800 |
| IT9 | 6,3 | 20 | 1 | 0 | 2x39 | 14,043 | 0,043 | 14 | 14,043 | 73 | 280 |
| | $Z_{max} = 2400$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $Z_{min} = 543$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $Z_{max} - Z_{min} = 1857$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $T_{dзаг} = 1900$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $T_{дет} = 43$ мкм | | | | | | | | | | |
| | $T_{dзаг} - T_{дет} = 1857$ мкм | | | | | | | | | | |

1.2 Конструкторская часть

1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Многоместное приспособление ФЮРА.А21084.100СБ используется на 005 операции. Базирование каждой детали производится по трём рифленным опорам и трём обычным. Каждая опора лишает одну степень свободы. Закрепляется каждая деталь двумя Г – образными прихватами. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются пазы.

Приспособление состоит из жёсткого сварного корпуса позиции 1, восемь Г-образных прихватов, двух пневмоцилиндров тянущего действия позиции 2 и двух пневмоцилиндров давящего действия позиции 3.

Для транспортировки приспособления предусмотрены отверстия в плитах корпуса позиции 1.

Ориентирование приспособление на столе станка происходит при помощи направляющих шпонок позиции 19, которые устанавливаются в паз стола станка.

Каждая заготовка ставится на 3 рифленные опоры и упирается по трём опорам, а зажим происходит двумя Г-образными прихватами под действием пневмосистемы.

В приспособлении присутствует высотный установ ГОСТ 13443 – 68 для настройки инструмента на нужный размер.

1.2.2 Силовой расчёт механизма

1.2.2.1 Силовой расчёт механизма для первого случая

Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем силу резания на данной операции:

$P = 1500 \text{ Н}$ – при фрезеровании.

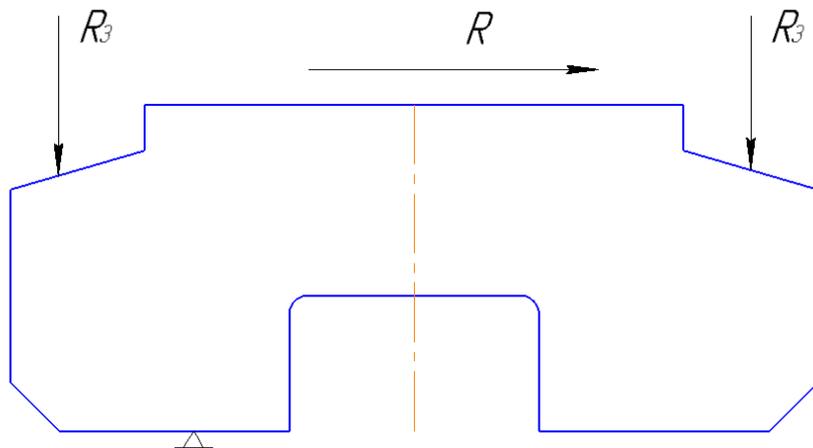


Рисунок 10 Схема сил 1

В данном случае сила зажима перпендикулярна силе резания, сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (12)$$

где J_1 и J_2 – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно;

R – сила резания (в нашем случае $R=720$ Н);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (13)$$

где $K_0 = 1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$ – коэффициент характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1$ – коэффициент механического зажима;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$ – т.к. заготовка установлена на опоры.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = 1500 \cdot 2,34 \cdot 0,65 = 2281,5 \text{ Н.}$$

1.2.2.2 Силовой расчёт механизма для второго случая

Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем силу резания на данной операции: $P = 1500$ Н – при фрезеровании.

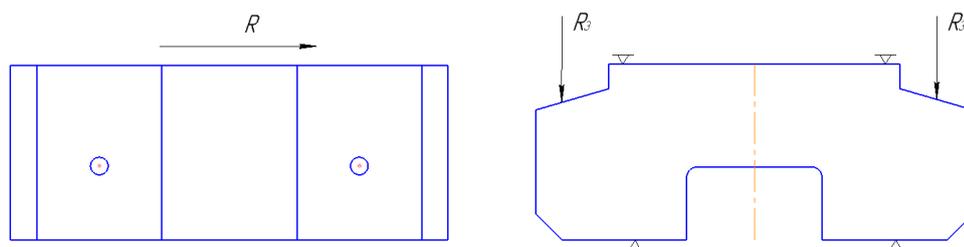


Рисунок 11 Схема сил 2

$$Q = \frac{p_z \cdot h_2 + P_y \cdot L}{h_1 + L} = \frac{1500 \cdot 50 + 850 \cdot 244}{50 + 244} = 960 \text{ Н.} \quad (14)$$

Коэффициент запаса $k \approx 2,5$.

$$Q = 960 \cdot 2,5 = 2400 \text{ Н.}$$

Приняв давление сжатого воздуха $p = 0,6$ МПа, получим диаметр пневмоцилиндра приняв его КПД $\eta = 0,9$.

$$Q = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \eta \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2400}{3,14 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 10^5}} = 54 \text{ мм.} \quad (15)$$

По конструктивным соображениям принимаем $D = 80$ мм.

1.2.3 Расчёт приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3.0}^2 + \varepsilon_{3.и} + \varepsilon_{у.с} + \varepsilon_c}, \quad (16)$$

где ε_6 – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3.0}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{3.и}$ – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения, связанная с износом установочных элементов, мм;

$\varepsilon_{у.с}$ – погрешность положения, связанная с погрешностью изготовления и сборки опор приспособления, мм;

ε_c – погрешность положения, связанная с погрешностью установки и фиксации приспособления на станке, мм.

Погрешность базирования равна 0.

Определяем погрешности закрепления.

Для прихватов:

$$\varepsilon_{3.и} = 6,2 \text{ кг.}$$

Исходные данные принимаем по [12].

В результате расчётов получены значения:

$$\varepsilon_3^I = 2,2 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3^{II} = 2 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3^{III} = 6,25 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{3.0} = \sqrt{2,2^2 + 2 + 2 + 5,9^2 + 6,25} = 11,85 \text{ мкм.}$$

Находим погрешности положения, вызванные износом опорных элементов.

Находим нормальный износ опоры:

$$И = \frac{N}{C_{\phi}},$$

где N – количество установок до замены опоры;

C_{ϕ} – износостойкость опоры.

Принимаем равным количеству деталей, обрабатываемых в год:

$$N = 8000.$$

$$И = \frac{8000}{4,29} = 13,9 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{и} = 13,9 \text{ мкм.}$$

Погрешность базирования равна 0.

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 11,85^2 + 6,25 + 13,9 + 100 + 200} = 332 \text{ мкм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры.

1.3 Организационная часть

1.3.1 Нормирование технологического процесса

Нормирование операций механической обработки производилось по общемашиностроительным нормативам времени [12], [13].

Норма времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (17)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (18)$$

где $T_{ца} = T_о + T_{мв}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин. ,

$T_{в}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{тв}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$T_о$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{мв}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$$T_{в} = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм},$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{опер}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$$T_{п-з} = T_{п-31} + T_{п-32} + T_{п-3.обр},$$

где $T_{п-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{п-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{п-3.обр}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_о + T_{в} \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \text{ мин.} \quad (19)$$

Результаты приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Нормирование

| № оп | Содержание работы | Карта | Время, мин |
|------|--|-------|------------|
| 005 | Вертикально-фрезерная 1. Основное время | | 7,2 |

Продолжение таблицы 16

| № оп | Содержание работы | Карта | Время, мин |
|---|---|-------|------------|
| 005 | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией | | |
| | - время на установку и снятия детали | 33 | 0,04 |
| | - время, связанное с переходом | 34 | 0,37 |
| | - время на измерения | 87 | 0,14 |
| | Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 |
| | Суммарное вспомогательное время | | 0,55 |
| | 3.Время на обслуживания рабочего места | 34 | 0,2 |
| 4.Время на отдых и личные надобности | 89 | 0,4 | |
| 015 | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 33 | 24,0 |
| | Штучное время | | 8,6 |
| | Штучно-калькуляционное время | | 8,87 |
| | Плоскошлифовальная | | |
| 1. Основное время | | 0,46 | |
| 020 | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией | | |
| | - время на установку и снятия детали | 13 | 0,6 |
| | - время, связанное с переходом | 49 | 1,6 |
| | - время на измерения | 87 | 0,3 |
| | Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 |
| | Суммарное вспомогательное время | | 2,8 |
| 030 | Горизонтально-фрезерная | | |
| | 1. Основное время | | 4,8 |
| | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией | | |
| | - время на установку и снятия детали | 16 | 0,4 |
| | - время, связанное с переходом | 33 | 0,24 |
| | - время на измерения | 87 | 0,14 |
| | Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 |
| | Суммарное вспомогательное время | | 0,78 |
| | 3.Время на обслуживания рабочего места | 34 | 0,16 |
| 4.Время на отдых и личные надобности | 89 | 0,39 | |
| 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 34 | 21 | |
| Штучное время | | 0,85 | |
| Штучно-калькуляционное время | | 0,88 | |
| 030 | Вертикально-фрезерная с ЧПУ | | |
| 1. Основное время | | 12,7 | |

Продолжение таблицы 16

| № оп | Содержание работы | Карта | Время, мин |
|------------------------------|--|-------|------------|
| 030 | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией: - время на установку и снятия детали | 13 | 0,07 |
| | - время, связанное с переходом | 26 | 0,36 |
| | - время на измерения | 15 | 0,9 |
| | Коэффициент вспомогательного времени. | | 1,0 |
| | Суммарное вспомогательное время. | | 1,33 |
| | 3. Время на обслуживания рабочего места. | 26 | 0,42 |
| | 4. Время на отдых и личные надобности. | 16 | 0,98 |
| | 5. Время цикла автоматической работы станка по программе. | | 15,19 |
| 040 | 6. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 26 | 18,0 |
| | Штучное время. | | 16 |
| | Штучно-калькуляционное время. | | 16,4 |
| | Плоскошлифовальная 1. Основное время | | 0,23 |
| 042 | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали | 13 | 0,3 |
| | - время, связанное с переходом | 49 | 0,8 |
| | - время на измерения | 87 | 0,15 |
| | Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 |
| | Суммарное вспомогательное время | | 1,4 |
| | 3.Время на обслуживания рабочего места | 50 | 3,0 |
| | 4.Время на отдых и личные надобности | 89 | 0,14 |
| | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 50 | 22,0 |
| Штучное время | | 1,5 | |
| Штучно-калькуляционное время | | 1,6 | |
| 042 | Плоскошлифовальная 1. Основное время | | 0,23 |
| | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали | 13 | 0,3 |
| | - время, связанное с переходом | 49 | 0,8 |
| | - время на измерения | 87 | 0,15 |
| | Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 |
| | Суммарное вспомогательное время | | 1,4 |

Продолжение таблицы 16

| № оп | Содержание работы | Карта | Время, мин |
|---|---|-----------|------------|
| 042 | 3.Время на обслуживания рабочего места | 50 | 3,0 |
| | 4.Время на отдых и личные надобности | 89 | 0,14 |
| | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 50 | 22,0 |
| | Штучное время | | 1,5 |
| | Штучно-калькуляционное время | | 1,6 |
| 045 | Протяжная | | |
| | 1. Основное время | | 0,02 |
| | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией | | |
| | - время на установку и снятия детали | 80 | 7,0 |
| | - время, связанное с переходом | 80 | 0,3 |
| | - время на измерения | 15 | 1,0 |
| | Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 |
| Суммарное вспомогательное время | | 2,0 | |
| 045 | 3.Время на обслуживания рабочего места | 80 | 0,07 |
| | 4.Время на отдых и личные надобности | 89 | 0,14 |
| | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 80 | 12,0 |
| | Штучное время | | 0,02 |
| | Штучно-калькуляционное время | | 0,04 |
| | 047 | Протяжная | |
| 1. Основное время | | 0,02 | |
| 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией | | | |
| - время на установку и снятия детали | 80 | 7,0 | |
| - время, связанное с переходом | 80 | 0,3 | |
| - время на измерения | 15 | 1,0 | |
| Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 | |
| Суммарное вспомогательное время | | 8,3 | |
| 3.Время на обслуживания рабочего места | 80 | 0,07 | |
| 4.Время на отдых и личные надобности | 89 | 0,14 | |
| 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 80 | 12,0 | |
| Штучное время | | 8,45 | |
| Штучно-калькуляционное время | | 8,55 | |

Продолжение таблицы 16

| № оп | Содержание работы | Карта | Время, мин |
|--|---|-------|------------|
| 050 | Горизонтально–расточная с ЧПУ | | |
| | 1. Основное время | | 15,24 |
| | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией | | |
| | - время на установку и снятия детали | 13 | 0,3 |
| | - время, связанное с переходом | 25 | 0,36 |
| | - время на измерения | 15 | 1,2 |
| | Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 |
| | Суммарное вспомогательное время | | 1,86 |
| | 3. Время на обслуживания рабочего места | 25 | 0,29 |
| 4. Время на отдых и личные надобности | 16 | 0,69 | |
| 5. Время цикла автоматической работы станка по программе. | | 10,07 | |
| 6. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 25 | 12,0 | |
| Штучное время | | 27,79 | |
| Штучно-калькуляционное время | | 27,79 | |
| 055 | Вертикально–фрезерная с ЧПУ | | |
| | 1. Основное время | | 12,7 |
| | 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией | | |
| | - время на установку и снятия детали | 13 | 0,3 |
| | - время, связанное с переходом | 26 | 0,36 |
| - время на измерения | 15 | 1,5 | |
| Коэффициент вспомогательного времени | | 1,0 | |
| Суммарное вспомогательное время | | 2,16 | |
| 3.Время на обслуживания рабочего места | 26 | 0,4 | |
| 055 | 4.Время на отдых и личные надобности | 16 | 1,04 |
| | 5. Время цикла автоматической работы станка по программе. | | 16,7 |
| | 6.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 33 | 18,0 |
| | Штучное время | | 20,74 |
| | Штучно-калькуляционное время | | 20,76 |

1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Расчетное количество металлорежущих станков на каждой операции для обработки годовой программы вычисляется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (20)$$

где F_d – действительный годовой фонд времени на данной операции, $F_d = 2030$ час.

Расчетное количество металлорежущих станков 6P13:

$$C_p = \frac{8,87 \cdot 8000}{60 \cdot 2030} = 0,58 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков 3Б722:

$$C_p = \frac{6,6 \cdot 8000}{60 \cdot 2030} = 0,43 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков 6P83:

$$C_p = \frac{5,71 \cdot 8000}{60 \cdot 2030} = 0,37 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков DMC 635 V ecoline:

$$C_p = \frac{37,16 \cdot 8000}{60 \cdot 2030} = 2,44 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков 7Б55:

$$C_p = \frac{17,1 \cdot 8000}{60 \cdot 2030} = 1,12 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков Haas EC-400:

$$C_p = \frac{27,79 \cdot 8000}{60 \cdot 2030} = 1,82 \text{ шт.}$$

Коэффициент загрузки для каждой операции вычисляется по формуле:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{пр}}, \quad (21)$$

где $C_{пр}$ – принятое количество оборудования, шт.

Сводная ведомость расчета оборудования представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Ведомость загрузки оборудования

| № | Наименование и модель оборудования | Техническая характеристика | Количество, шт. | | $K_{зо}$ |
|---|------------------------------------|----------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| | | | расчетное | принятое | |
| 1 | 6P13 | размер стола 1600×400 | 0,58 | 1 | 0,58 |
| 2 | 3Б722 | размер стола 1000×320 | 0,43 | 1 | 0,43 |
| 3 | 6P83 | размер стола 1600×400 | 0,37 | 1 | 0,37 |
| 4 | DMC 635 V ecoline | размер стола 790×560 | 2,44 | 3 | 0,81 |
| 5 | 7Б55 | размер стола 450×450 | 1,12 | 2 | 0,56 |
| 6 | Haas EC-400 | размер стола 508×508 | 1,82 | 2 | 0,91 |
| 7 | Итого | | 6,76 | 10 | $K_{з.ср}$ 0,61 |

График загрузки оборудования представлен на рисунке 12.

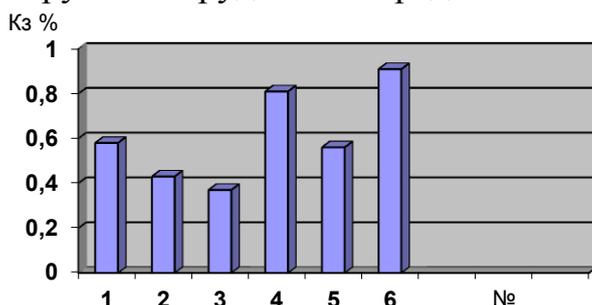


Рисунок 12 График загрузки оборудования

1.3.3 Расчет состава работающих

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{шт.-к.и}}{60 \cdot F_{др} \cdot K_M}, \quad (22)$$

K_M – коэффициент многостаночного обслуживания, для среднесерийного производства $K_M = 1,1$.

$$P = \frac{8000 \cdot 103,23}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 6,7.$$

Принимаем 7 рабочих.

Число вспомогательных рабочих составляет (18 - 25)% от количества производственных рабочих, инженерно - технических работников – (11 - 13)%, служащих – (4 - 5)%, младшего обслуживающего персонала – (2 - 3)% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих.

Сводная ведомость численности персонала представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Ведомость численности персонала

| Наименование профессий | Количество работающих |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Производственные рабочие | 7 |
| Вспомогательные рабочие | 2 |
| Инженерно – технические работники | 1 |
| Служащие | 1 |
| Младший обслуживающий персонал | 1 |
| Итого работающих | 12 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован технологический процесс изготовления корпуса Т455.130.001.

Способ получения заготовки была выбрана штамповка. Она экономически и технологически выигрывает базовую поковку.

Предложенный спроектированный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. Отличие заключается в применении нового оборудования, приспособлений, инструмента, а так же в новом подходе к разработке самого технологического процесса, полный отказ от разметки. Сверлильный станок модели 2М55 был заменён в разработанном технологическом процессе на фрезерные обрабатывающие центры: HAAS EC – 400 и DMC 635 V ecoline.

Количество операций уменьшилось на 2, время выполнения операций для изготовления детали по сравнению с базовым технологическим процессом уменьшилось на 21 мин.

Соблюдение принципа смены и постоянства баз при разработке операции дало возможность увеличить точность обработки. Спроектированное вертикально – фрезерное приспособление для вертикально – фрезерной операции позволило сократить время на установки деталей, а так же позволило за одну операция обрабатывать сразу 4 заготовки.

Предложенный технологический процесс более выгоден с точки зрения организации производства. Сокращение количества применяемого оборудования сокращает производственные площади. Это позволит применять для изготовления детали производственный участок не большой площади, что в целом значительно снижает дополнительные расходы.

В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ вредных и опасных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу. Разработаны мероприятия по охране труда рабочего персонала и защите окружающей среды от выявленных вредных факторов, возникающих при изготовлении детали.

Путем расчетов в разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережения» была определена себестоимость детали в 2261,27 руб. при заданной программе выпуска и в условиях спроектированного технологического процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Справочник по конструкционным материалам: Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева, С. А. Герасимов и др.; Под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. – М.: Изд-во им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
- 2 Методические указания к содержанию ВКР для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / Сост.: С. И. Петрушин; Юргинский технологический институт. – Юрга: ООО Типография «МедиаСфера», 2014. – 53 с.
- 3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
- 4 Справочник технолога - машиностроителя. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 5 Стоимость поковок [Электронный ресурс] URL:<http://www.metaeks.ru/pokovka/>. Дата обращения: 02.03.2016г.
- 6 Смазочно – охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
- 7 Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 8 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках Часть I. Токарные карусельные, токарно-револьверные, алмазно - расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1947. – 406 с.
- 10 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Под общ ред. Б. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – т.1 – 592 с.
- 11 Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
- 12 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
- 13 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1990. – 209 с.
- 14 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология

- машиностроения» и направления подготовки 15.03.01
"Машиностроение"– Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21 с.
- 15 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96 с.
- 16 Расчёт припусков [Электронный ресурс] Вальтер А.В. URL: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/a/AVWALTER/academic/Tab1>. Дата обращения: 02.03.2016 г.