

1.2 Анализ исходных данных

1.2.1 Служебное назначение изделия

Деталь корпус М138.41.13.111 является основным элементом сборки Гидрозамка М138.41.13.100, в который в дальнейшем устанавливаются:

- гидрозамок односторонний Т496.000 СБ;
- клапан предохранительный Т454.00 СБ;
- уплотнительные элементы.

1.2.2.1 Качественная оценка технологичности

Заготовка имеет максимальное приближение своей формы к форме детали, а это, в свою очередь ведет к увеличению коэффициента использования материала. Конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход.

Возможна одновременная обработка комбинированным инструментом ступенчатых отверстий.

Большинство внутренних отверстий детали является глухими, не позволяют произвести их обработку как с двух сторон, так и на проход. Что показывает некоторую не технологичность конструкции, но исключить ее невозможно.

Целесообразная простановка размеров между осями отверстий расположенных на поверхности, от оси детали до оси отверстий с торца, что облегчает наладку станка и сокращает трудоемкость обработки.

К обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента.

Деталь не имеет плоскостей, расположенных под тупыми углами, все плоскости либо параллельны друг другу, либо перпендикулярны.

Жесткость детали позволяет применить высокопроизводительные режимы резания.

Наличие отверстий, которые можно использовать под технологические базы (отверстия диаметром 6 мм). Деталь имеет достаточные по размерам базовые поверхности для установки в приспособлениях.

Нетехнологичным элементом в конструкции корпуса является наличие размеров под покрытие Хим. НЗ0, для получения этих размеров необходимо применение дорогостоящего специального режущего и мерительного инструмента.

Нетехнологичным является также наличие отверстий расположенных перпендикулярно осями друг другу, но исключить это невозможно.

Таблица 1.4 – Технологический процесс механической обработки корпуса

Операц ия	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
1	2	3
005	Фрезерная ИОТ № 6-06, 90-06 Фрезеровать, шабрить согласно эскизу	Станок 6Р13; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара
010	Слесарная ИОТ № 410-06, 90-06 Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
015	Фрезерная ИОТ № 6-05, 90-05 Фрезеровать согласно эскизу	Станок 6Р13; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара
020	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы, притупить острые кромки фаской 0,5х45°	Верстак
025	Разметка ИОТ № 337-05, 90-05 Разметить риску осевую круговую согласно эскизу	Разметочная плита
030	Сверлильная ИОТ № 151-05, 90-05 Оператору рассчитать УП, ввести в станок. Сверлить 2 отв. Ø17Н12 мм согласно эскизу. Зенкеровать.	Станок с ЧПУ FKRSrS Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара Сверло 16 ГОСТ 10903 Зенкер 17 ГОСТ 12489
035	Сверлильная ИОТ № 151-05, 90-05 Оператору рассчитать УП, ввести в станок.	Станок с ЧПУ FKRSrS Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара Приспособление УСП Фреза 50х75 ГОСТ 17026 Сверло центровочное Сверло 9 ГОСТ 886 Зенкер 12 СТП 1223 Сверло комбинированное Зенкер комбинированный Развертка черновая комбинированная

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
		Развертка чистовая комбинированная Зенковка 31,5х90 ГОСТ 14953 Сверло 6 ГОСТ10902 Сверло 28 ГОСТ 10903 Зенкер торцовый 30 ГОСТ 12489 Зенкер торцовый п./никель Ø18 Развертка черновая

		торцовая Развертка чистовая торцовая Зенкер торцовый п./никель Развертка черновая торцовая Развертка чистовая торцовая п./никель Фреза резьбовая Фреза 10x30 Сверло 15x90 ГОСТ 10903 Полировальник Пробка 45 п./никель Пробка 38 п./никель Пробка ПР М 42x1,5 п./никель Пробка НЕ М42x1,5 п./никель Калибр Нутромер Пробка п./никель Ø18 мм Пробка п./никель Ø24 мм Калибр симметричности Калибр соосности Штырь
040	Сверлильная ИОТ № 151-05, 90-05 Оператору рассчитать УП, ввести в станок.	Станок с ЧПУ FKRSrS Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара Приспособление УСП Зенкер черновой торцовый Ø21 п./никель Зенкер чистовой торцовый Ø21 п./никель Сверло 22 ГОСТ 10903 Сверло 19 СТП 1201 Сверло 19 П СТП 1201 Сверло 22 П СТП 1201 Фреза В=10,1 22x30 Зенкер

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
		Фреза 50x75 ГОСТ 17026 Сверло центровочное Сверло 9 ГОСТ 10903 Сверло 9 ГОСТ 886 Зенкер 12 СТП 1223 Зенкер комбинированный торцовый п./никель Развертка черновая комбинированная торцовая Развертка чистовая комбинированная торцовая

		Фреза резьбовая Пробка Ø21 п./никель Пробка Ø31 п./никель Калибр соотности Пробка Ø25 п./никель Пробка ПР М 30х1,5 п./никель Пробка НЕ М 30х1,5 п./никель Пробка Ø3,5 п./никель Скоба Ø11 п./никель Нутромер
045	Сверлильная ИОТ № 5-05, 90-05 Досверлить отверстия до чертежной глубины согласно таблице	Станок 2М55 Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Тара
050	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Калибровать резьбу М42х1,5 мм, М 30х1,5 мм Снять заусенцы, притупить острые кромки Маркировать индекс изделия.	Верстак Шабер Метчик М30х1,5 Метчик М42х1,5

отверстия. Способ базирования при обработки точных поверхностей – на плоскость, гладкий и ромбический палец, На основании анализа базового технологического процесса можно сделать следующий вывод:

- не применяется принцип концентрации операций и переходов;
- имеет место большая длительность и трудоемкость изготовления.

В общем, базовые технологические процессы вполне технологичны в условиях ООО «Юргинский машзавод». По ходу выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать свой технологический процесс механической обработки детали на основе базового.

1.3 Технологическое проектирование

1.3.1 Выбор заготовки и метода ее получения

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. Оптимальным вариантом для детали является метод получения заготовки – штампованная поковка. Различают штамповку в открытых и закрытых штампах (облойная и безоблойная). При штамповке в открытых штампах образуется заусенец по линии разъёма штампов, поэтому после операции штамповки необходимо вводить операцию обрезки заусенца. При штамповке в закрытых штампах заусенец не образуется, поэтому не требуется вводить операцию обрезки заусенца.

В штампованной заготовке структура материала однородна, благодаря чему деталь более прочная. Конфигурация заготовки близка к конфигурации готовой детали. Отдельные поверхности детали не обрабатываются.

Рассматриваем два варианта получения заготовки.

1.3.1.1 Штамповка в закрытых штампах

Материал – Сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Оборудование – Кривошипные горячештамповочные прессы.

Нагрев заготовок – индукционный.

Масса детали – 4,9 кг.

Заготовку проектируем по ГОСТ 7505-89.

Определяем группу стали: для сталей содержащих более 0,35 % С назначается группа стали М2.

$$m_{\text{пр}} = 1,36 \cdot 1,72 \cdot 0,56 \cdot 7,85 = 10,28 \text{ кг.}$$

Ориентировочная масса заготовки:

$$m_3 = m_{\text{д}} \cdot K_v, \quad (1.1)$$

где $K_v = 1,3$ – коэффициент, учитывающий форму и вид детали.

$$m_3 = 4,9 \cdot 1,3 = 6,37 \text{ кг.}$$

Коэффициент сложности

$$K_c = \frac{m_3}{m_{\text{пр}}}, \quad (1.2)$$

$$K_c = \frac{6,37}{10,28} = 0,63.$$

Учитывая коэффициент сложности, принимаем степень сложности С1.

Принимаем степень точности Т2.

Исходный индекс – 9.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – плоская.

Находим основные припуски на механическую обработку заготовки.

Таблица 1.5 –Основные припуски

Размеры	Припуск
На размер ширины 116_{-1} мм	Припуск 1,2 мм
На размер ширины 136_{-1} мм	Припуск 1,2 мм
На размер длины 172_{-1} мм	Припуск 1,3 мм
На размер толщины $56_{-0,7}$ мм	Припуск 1,5 мм
На линейный размер 112 мм	Припуск 1,2 мм
На линейный размер 73 мм	Припуск 1 мм

Находим дополнительные припуски:

Смещение по поверхности разъёма штампов - $T = 0,3$ мм.

Штамповочные уклоны на наружной поверхности не более 7° .

Радиусы закруглений, в местах сопряжения диаметра от 8 мм до 56 мм.

Определяем общий припуск сложением основных и дополнительных припусков.

Таблица 1.6 –Общие припуски

Размеры	Припуск
На размер ширины 116 ₋₁ мм	Припуск 1,5 мм
На размер ширины 136 ₋₁ мм	Припуск 1,5 мм
На размер длины 172 ₋₁ мм	Припуск 1,6 мм
На размер толщины 56 _{-0,7} мм	Припуск 1,8 мм
На линейный размер 112 мм	Припуск 1,5 мм
На линейный размер 35±1 мм	Припуск 1,3 мм
На линейный размер 73 мм	Припуск 1,4 мм

Рассчитываем размеры поковки, округляя их до 0,1 мм, и назначаем допуски.

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{G_{\text{д}}}{G_{\text{п}}}, \quad (1.3)$$

где $G_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$G_{\text{п}}$ – масса поковки, кг.

1.3.1.2 Штамповка в открытых штампах

Материал – Сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Оборудование – Кривошипные горячештамповочные прессы.

Нагрев заготовок – индукционный.

Масса детали – 4,9 кг.

Заготовку проектируем по ГОСТ 7505-89.

Определяем группу стали: для сталей содержащих более 0,35 % С назначается группа стали М2.

Степень сложности определяем в следующей последовательности: минимальная масса простой фигуры, в которую вписывается деталь.

$$m_{\text{пр}} = 1,36 \cdot 1,72 \cdot 0,56 \cdot 7,85 = 10,28 \text{ кг.}$$

Ориентировочная масса заготовки рассчитывается по формуле (1.1):

$$m_{\text{з}} = 4,9 \cdot 1,3 = 6,37 \text{ кг.}$$

Коэффициент сложности рассчитывается по формуле (1.2):

$$K_{\text{с}} = \frac{6,37}{10,28} = 0,63.$$

Учитывая коэффициент сложности, принимаем степень сложности С1.

Принимаем степень точности Т4.

Исходный индекс – 13.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – плоская.

Находим основные припуски на механическую обработку заготовки.

Таблица 1.8 –Основные припуски

Размеры	Припуск
На размер ширины 116_{-1} мм	Припуск 1,7 мм
На размер ширины 136_{-1} мм	Припуск 1,7 мм
На размер длины 172_{-1} мм	Припуск 1,9 мм
На размер толщины $56_{-0,7}$ мм	Припуск 2 мм
На линейный размер 112 мм	Припуск 1,7 мм
На линейный размер 35 ± 1 мм	Припуск 1,4 мм
На линейный размер 73 мм	Припуск 1,5 мм
На размер ширины 116_{-1} мм	Припуск 1,7 мм
На размер ширины 136_{-1} мм	Припуск 1,7 мм

Находим дополнительные припуски:

Смещение по поверхности разъёма штампов - $T = 0,3$ мм.

Штамповочные уклоны на наружной поверхности не более 7° .

Радиусы закруглений, в местах сопряжения диаметра 8 мм - 56мм.

Определяем общий припуск сложением основных и дополнительных припусков.

Таблица 1.9 –Общие припуски

Размеры	Припуск
1	2
На размер ширины 116_{-1} мм	Припуск 2 мм
На размер ширины 136_{-1} мм	Припуск 2 мм

Продолжение таблицы 1.9

1	2
На размер длины 172_{-1} мм	Припуск 2,2 мм
На размер толщины $56_{-0,7}$ мм	Припуск 2,3 мм
На линейный размер 112 мм	Припуск 2 мм
На линейный размер 35 ± 1 мм	Припуск 1,7 мм
На линейный размер 73 мм	Припуск 1,8 мм

Рассчитываем размеры поковки, округляя их до 0,1 мм, и назначаем допуски.

Таблица 1.10 – Размеры поковки

Размеры детали	Размеры поковки
116_{-1} мм	$118^{+1,8}_{-1}$ мм
136_{-1} мм	$138^{+1,8}_{-1}$ мм
172_{-1} мм	$174,2^{+2,1}_{-1,1}$ мм
$56_{-0,7}$ мм	$58,3^{+1,6}_{-0,9}$ мм
112 мм	$114^{+1,8}_{-1}$ мм
35 ± 1 мм	$36,7^{+1,4}_{-0,8}$ мм
73 мм	$74,8^{+1,6}_{-0,9}$ мм
102 мм	$102^{+1,8}_{-1}$ мм
56 мм	$56^{+1,6}_{-0,9}$ мм
75 мм	$75^{+1,6}_{-0,9}$ мм
26 мм	$26^{+1,4}_{-0,8}$ мм
36 мм	$36^{+1,4}_{-0,8}$ мм
4 мм	$4^{+1,4}_{-0,8}$ мм
48 мм	$48^{+1,6}_{-0,9}$ мм
34 мм	$34^{+1,4}_{-0,8}$ мм
16 мм	$16^{+1,4}_{-0,8}$ мм

Объём облоя:

$$V_o = 0,1 \cdot V_3,$$

(1.4)

$$V_o = 0,1 \cdot 871 = 87,1 \text{ см}^3.$$

Объём поковки с учётом величины облоя:

$$V_{\Pi} = V_3 + V_o,$$

(1.5)

$$V_{\Pi} = 871 + 87,1 = 958,1 \text{ см}^3.$$

Масса поковки с учётом величины облоя:

$$G_{\Pi} = 958,1 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 7,5 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле
(1.3):

С учётом величины облоя:

$$K_{\text{им}} = \frac{4,9}{7,5} = 0,65.$$

Без учёта величины облоя

$$K_{\text{им}} = \frac{4,9}{7,1} = 0,69.$$

Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_D}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_C (1 - K_{\text{им}1})]$$

(1.6)

где $K_{\text{им}}$ – коэффициент использования материала;

$C_{\text{заг}}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг;

C_c – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

Стоимость материала заготовки для поковки из стали Сталь 35 составляет :

$$C_{\text{заг}} = 27,70 \text{ руб/кг}.$$

Средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке составляет 0,495 руб/кг, принимая коэффициент инфляции равным 11, получаем:

$$C_c = 5,445 \text{ руб/кг}.$$

При открытой штамповке:

$$S_{\text{Т1}} = \frac{4,9}{0,65} \cdot [27,7 + 5,445(1 - 0,69)] = 221,5 \text{ руб}$$

При закрытой штамповке:

$$S_{\text{Т1}} = \frac{4,9}{0,72} \cdot [27,7 + 5,445(1 - 0,72)] = 198,02 \text{ руб}$$

Технологическая себестоимость обоих вариантов заготовки сопоставима, однако открытая штамповка имеет ряд преимуществ, не учитываемых при расчётах. Стойкость штампов при открытой штамповке выше. Учитывая эти факторы, в качестве заготовки выбираем штампованную поковку, получаемую в открытых штампах на КГШП.

1.3.2 Выбор баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров поверхностей, полученных в процессе обработки, выбор режущего и мерительного инструмента, станочных приспособлений, производительность обработки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности:

005 Вертикально-фрезерная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по цилиндрической поверхности $\varnothing 56$ мм, установленной на призму, с упором в вогнутую часть заготовки, и прижимаем к специальному подвижному упору. Это схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы.

Размеры $110 \pm 0,5$ мм; $90 \pm 0,5$ мм; $22 \pm 0,1$ мм, зависят от размера $55 \pm 0,05$ мм, а его погрешность базирования равна $\varepsilon_6 = 0,1$ мм (что не превышает допуска на размер), то соответственно и погрешность базирования на эти размеры равна $\varepsilon_6 = 0,1$ мм.

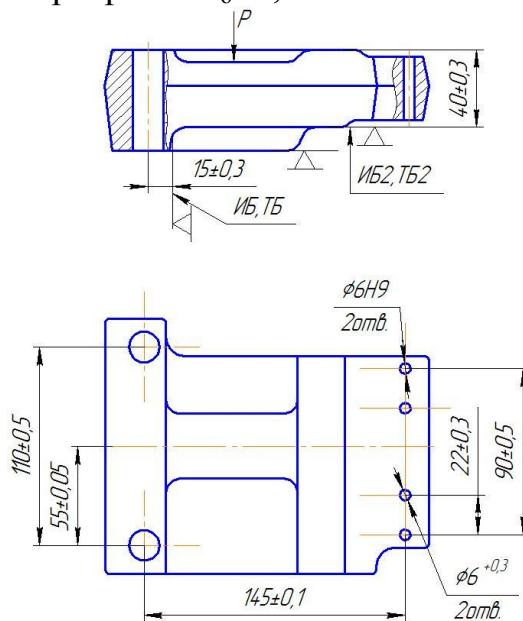


Рисунок 2 Схема базирования для 005 операции

015 Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ

Базирование детали осуществляется по плоскости и двум пальцам (цилиндрическим и ромбическим) к плоскости деталь прижимает прихват.

Так как на переходах все размеры проставлены от оси пальца и плоскости, которые являются измерительными и технологическими базами, и зависят при настройке станка, то погрешность базирования в данном случае равна нулю $\varepsilon_6 = 0$.

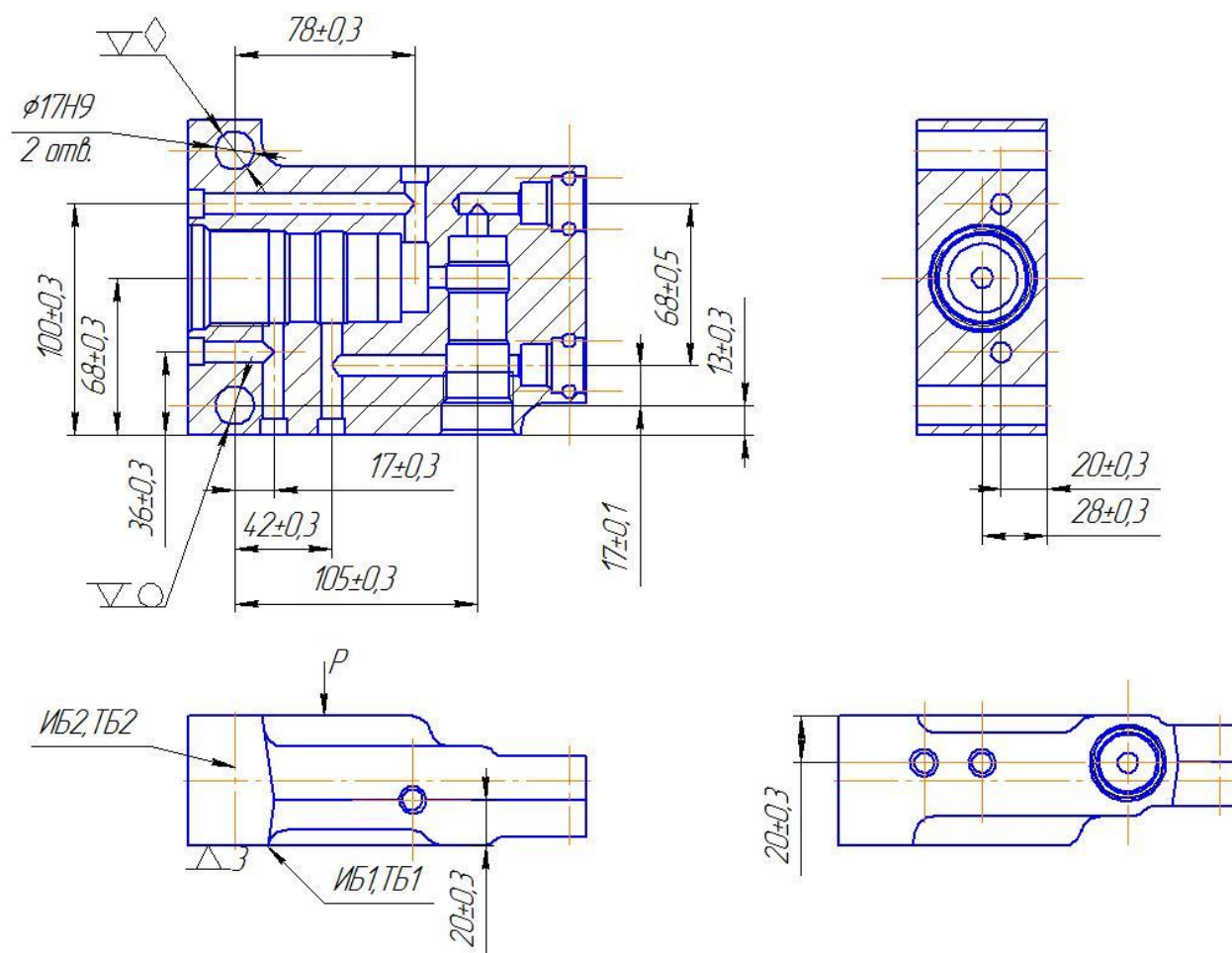


Рисунок 3 Схема базирования для 015 операции

025 Вертикально-фрезерная с ЧПУ

Базирование детали осуществляется по плоскости и двум пальцам (цилиндрическим и ромбическим) к плоскости деталь прижимает прихват.

Так как на переходах все размеры проставлены от оси пальца и плоскости, которые являются измерительными и технологическими базами, и зависят при настройке станка, то погрешность базирования в данном случае равна нулю $\varepsilon_6 = 0$.

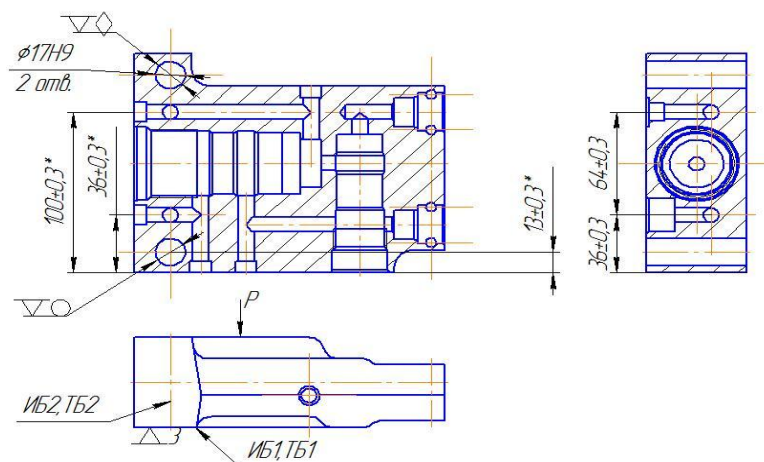


Рисунок 4 Схема базирования для 025 операции

1.3.3 Составление технологического маршрута механической обработки

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице 1.5.

Таблица 1.11 – Технологический процесс механической обработки корпуса

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	Вертикально-фрезерная с ЧПУ Фрезеровать плоскость, на проход, выдерживая размер $40\pm 0,3$ мм; Центровать 6 отверстий $\varnothing 3$ мм выдерживая размеры $15\pm 0,3$ мм, $55\pm 0,05$ мм, $110\pm 0,5$ мм, $90\pm 0,05$ мм, $22\pm 0,3$ мм, $23\pm 0,3$ мм, $7,5\pm 0,2$ мм; Сверлить 2 сквозных отв. $\varnothing 15H12$ мм, выдерживая размеры $15\pm 0,3$ мм, $55\pm 0,05$ мм, $110\pm 0,5$ мм, $23\pm 0,3$ мм; Сверлить 4 сквозных отв. $\varnothing 6^{+0,3}$ мм, выдерживая размеры $7,5\pm 0,2$ мм, $90\pm 0,05$ мм, $46\pm 0,3$ мм; Зенкеровать 2 сквозных отв. $\varnothing 16,8H10$ мм, Развернуть 2 сквозных отв. $\varnothing 17H9$ мм.	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ2171С6

1	2	3
	Позиция 2 Фрезеровать плоскость, на проход, выдерживая размер $7,5\pm 0,2$ мм; Сверлить 2 отв. $\varnothing 17H14$ мм, выдерживая размеры	Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ

	11±0,1 мм, 68±0,5 мм, 20±0,3 мм на глубину 28^{+0,52} мм; Сверлить отверстие Ø9^{+0,36} мм на глубину 55±2 мм Сверлить отверстие Ø9^{+0,36} мм на глубину 110±2 мм; Зенкеровать 2 отв. Ø17,8H11/Ø23,75H11 мм на глубину 28^{+0,52} мм и 15^{+0,43} мм соответственно; зенковать 2 фаски 1×45°; Развернуть 2 отв. Ø18,08H8/Ø24,08H8 мм на глубину 28 мм и 15 мм соответственно. Позиция 3 Сверлить отверстие Ø9^{+0,36} мм на глубину 40±1 мм; Зенкеровать отверстие Ø12H14 мм на глубину 6±1 мм. Позиция 4 Фрезеровать плоскость на проход в размер 172₋₁ мм; , 64±0,3 мм, 36⁺¹ мм; Зенкеровать три отверстия Ø37,6H11 мм на глубину 92H12, Ø40,43^{+0,3} мм на глубину 35 min, Ø44,6H11 мм на глубину 7^{+0,36} мм, выдерживая размеры 31±0,5 мм, 68±0,3 мм, 36⁺¹ мм; Развернуть отверстие Ø38,08H8 мм на глубину 92H12 мм;	ИР320ПМФ4
--	---	-----------

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3
	Развернуть отверстие Ø45,08H8 мм на глубину 7^{+0,36} мм; Фрезеровать канавку Ø40^{+0,62}, 10±0,2 в размер 62±0,3 мм; Фрезеровать резьбу М42,08×1,5-6Н на глубину 35min мм; Зенковать фаску 1,6^{+0,4} 30°. Позиция 5 Сверлить отв. Ø23,5H14 мм, выдерживая размеры Ø29,7H12 мм на глубину 14^{+0,36} мм; Развернуть отв. Ø25,08H8 мм на глубину 86^{+0,35} мм; Развернуть отв. Ø31,08H8 мм на глубину 14^{+0,36} мм; Фрезеровать канавку Ø27^{+0,62}, фаска 30°, R0,6 мм в размеры 10±0,2; 63±0,3; Фрезеровать резьбу М30,08^{+0,073}×1,5-6Н на глубину 27 min	

	Зенковать фаску $2^{+0,025}_{-0}$ 30°.	
020		Верстак
025	Вертикально-фрезерная с ЧПУ отверстия Ø9H14 мм глубиной 36^{+1}_{-0} мм; Зенкеровать отверстие предварительно Ø20,75H12 мм на глубину $16^{+0,43}_{-0}$ мм; Зенкеровать отверстие окончательно Ø20,93H11 мм на глубину $16^{+0,43}_{-0}$ мм; Зенкеровать отверстие предварительно Ø10,8H12 мм глубиной $10^{+0,2}_{-0}$ мм; Зенкеровать отверстие окончательно Ø10,94H11 мм глубиной $10^{+0,2}_{-0}$ мм; Развернуть отверстие Ø21H8 мм на глубину $16^{+0,43}_{-0}$ мм; Развернуть отверстие Ø11H7 мм глубиной $10^{+0,2}_{-0}$ мм;	Вертикально- фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ2171С6

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3
	Цековать отверстие Ø18H10 мм глубиной 1,85 мм.	
030	Электрохимическая Удалить заусенцы.	Электро- химический станок модели 4406
035	Контрольная	Плита контрольная

1.3.4 Выбор оборудования

Выбор оборудования для проектируемого технологического процесса производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метод обработки поверхности или сочетание поверхностей, точность и шероховатость поверхностей, припуск на обработку; режущий инструмент, такт выпуска и тип производства.

Технические характеристики вертикально-фрезерного станка с ЧПУ модели ГФ2171С6 представлены в таблице 1.12.

Продолжение таблицы 1.12

1	2
---	---

Для сверлильно-фрезерно-расточного станка модели ИР320ПМФ4 технические характеристики представлены в таблице 13.

Таблица 1.13 – Технические характеристики станка ИР320ПМФ4

Параметр	Значение
1	2
Размеры рабочей поверхности стола, мм	320x320
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	150
Наибольшие перемещения, мм:	
- стола поперечное (ось X)	400
- шпиндельной головки вертикальное (ось Y)	360
- продольной подвижной стойки (ось Z)	400
Вместимость инструментального магазина, шт	36
	125
Наибольший диаметр инструмента, загружаемого в магазин:	150
- без пропуска гнезд	
- с припуском гнезд	125
Наибольшие диаметры (при автоматической смене инструмента), мм	20
	125
- растачиваемого отверстия	13-5000
- сверления в стали средней твёрдости	6000
- торцовой фрезы	
	11

Продолжение таблицы 1.13

1	2
- длина	3840
- ширина	2300
- высота	2507
Масса, кг	10000

Для станка электрохимического удаления заусенцев модели 4406 технические характеристики представлены в таблице 14.

Таблица 1.14 – Технические характеристики станка ИР320ПМФ4

Параметр	Значение
Максимальные размеры обрабатываемых заготовок, мм	125
Источник питания (модель) ВАКГ1	600

Основное назначение – снятие заусенцев, притупление острых кромок и доводочно-калибровочные работы.

1.3.5 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения.

Операция 005 Фрезерная с ЧПУ.

Фрезерно-расточной станок с ЧПУ модели ГФ2171С6:

- Приспособление фрезерно-сверлильное;
- Фреза торцовая 490-100Q32-08М;
- Сверло Ø15 860.1-1500-050А1-РМ;
- Сверло Ø3,15 2317-0106 ГОСТ 14952-75;
- Сверло Ø 6 860.1-0600-019А1-РМ;
- Зенкер Ø 16,8 Р6М5 ГОСТ 12489-71;
- Развертка Ø 17Н9 Р6М5 Z=6 ГОСТ 1672-81;
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- Пробка 8133-0913 ГОСТ 14810-69;
- Пробка 8133-0931 ГОСТ 14810-69;
- Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

Операция 015 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ.

Сверлильно-фрезерный станок модели ИР320ПМФ4:

- Специальное приспособление.

Позиция 1.

- Фреза торцовая 490-100Q32-08М;
- Сверло Ø 9 860.1-0900-045А1-РМ;
- Зенкер Ø 12 Р6М5 ГОСТ 12489-71;
- Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- Пробка 8133-0920 ГОСТ 14810-69;
- Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

Позиция 2.

- Фреза торцовая 490-100Q32-08М;
- Сверло Ø 17 860.1-1700-070А1-РМ;
- Сверло Ø 9 860.1-0900-045А1-РМ;
- Сверло Ø 9 860.1-0900-080А1-РМ;
- Зенкер, комбинированный Ø 17,8/ Ø 23,5 Р6М5;
- Развертка, комбинированная Ø 18,8/ Ø24,08 под никель, Р6М5;
- Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- Штангенглубиномер ШГ125 ГОСТ 162-80;
- Пробка 8133-0920 ГОСТ 14810-69;
- Пробка Ø 18,08Н8;
- Пробка Ø 24,08Н8;
- Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

Позиция 3.

- Сверло Ø 9 860.1-0900-045А1-РМ;
- Зенкер Ø 12 Р6М5 ГОСТ 12489-71;
- Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- Штангенглубиномер ШГ125 ГОСТ 162-80.

Позиция 4.

- Фреза торцовая 490-100Q32-08М;
- Сверло Ø 9 860.1-0900-045А1-РМ;

- Сверло Ø 9 860.1-0900-080A1-PM;
- Сверло Ø30 880 D3000L32-02;
- Зенкер Ø 12 P6M5 ГОСТ 12489-71;
- Зенкер Ø 37,6 P6M5 ГОСТ 12489-71;
- Зенкер Ø 40, Ø 43 P6M5;
- Зенкер Ø 44,6 P6M5 ГОСТ 12489-71;
- Развертка Ø 38,08H8 P6M5;
- Развертка Ø 45,08 P6M5;
- Фреза специальная P6M5;
- Фреза резьбовая R217.15C100200AK30N 1630;
- Зенковка 2353-0126 ГОСТ 14953-80;
- Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- Штангенглубиномер ШГ125 ГОСТ 162-80;
- Пробка 8133-0920 ГОСТ 14810-69;
- Пробка 8133-0926 ГОСТ 14810-69;
- Пробка 8133-0944 ГОСТ 14810-69;
- Пробка Ø38,08H8;
- Пробка Ø45,08H8;
- Пробка M42,08×1,5-6H ПР;
- Пробка M42,08×1,5-6H HE;
- Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75.

Позиция 5.

- Сверло Ø 23,5 R411.5-23534D23.50;
- Сверло Ø 9 860.1-0900-080A1-PM;
- Зенкер Ø 12 P6M5 ГОСТ 12489-71;
- Зенкер Ø 24,7 P6M5 ГОСТ 12489-71;
- Зенкер Ø 28,43 P6M5;
- Зенкер Ø 29,7 P6M5 ГОСТ 12489-71;
- Развертка Ø25,08H8, P6M5;
- Развертка Ø31,08H8 под никель, P6M5;
- Фреза специальная P6M5;
- Фреза резьбовая R217.15C100200AK30N 1630;
- Зенковка ГОСТ 14953-80;
- Штангенциркуль 20-150 СТП 406-4376-77;
- Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- Штангенглубиномер ШГ125 ГОСТ 162-80;
- Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93;
- Пробка M30,08-6H ПР;
- Пробка M30,08-6H HE;
- Пробка Ø31,08H8;
- Пробка Ø25,08H8;
- Пробка 8133-0926 ГОСТ 14810-69;
- Пробка 8133-0920 ГОСТ 14810-69.

Операция 025 Сверлильная с ЧПУ.

Фрезерно-расточной станок с ЧПУ модели 400V.

- Приспособление специальное;
- Фреза торцовая 490-100Q32-08М;
- Сверло Ø19,5 R840-1950-30-A0A;
- Сверло ϕ 9 860.1-0900-045A1-PM;
- Зенкер Ø20,75H12 P6M5;
- Зенкер Ø20,93H11 P6M5;
- Зенкер Ø10,8H12 P6M5;
- Зенкер Ø10,94H11 P6M5;
- Развёртка 21H8-15° СТП 406-1323-86;
- Развёртка Ø11H7 ГОСТ 1672-80;
- Цековка Ø18 мм ГОСТ 26258-84;
- Пробка 8133-0920 ГОСТ 14810-69;
- Пробка 8133-0935 ГОСТ 14810-69;
- Пробка 8133-0924 ГОСТ 14810-69;
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80.

1.4 Инженерные расчеты

1.4.1 Расчёт припусков

Расчёт припусков на механическую обработку производится согласно [1] после выбора оптимальных для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки.

Расчёт для двух размеров проводится расчётно-аналитическим методом. Расчётной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе.

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск):

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (1.7)$$

где R_z – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h – глубина дефектного поверхностного слоя;

$\Delta_{\Sigma i-1}^2$ – суммарные отклонения от расположения поверхностей на предшествующем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки.

В таблице 1.15 приведен расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 38H9 мм.

Таблица 1.15 – Расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 38H9 мм

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	
								min	max	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Сверление	50	70	96,9	10	-	37,424	1	36	37	-	-
Зенкерование Н11	50	50	2,84	0	2×217	37,858	0,16	37,7	37,86	1700	860
Развёртывание Н9	10	20	0,06	0	2×102	38,062	$0,06_2$	38	38,062	300	202

Общие припуски $Z_{\min} = 1039$ мкм, $2Z_{\max} = 2000$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{\max} - Z_{\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}},$$

(1.8)

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 2000 - 1039 = 961 \text{ мкм.}$$

$$Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = 1 - 0,039 = 961 \text{ мкм.}$$

Расчёт припусков выполнен верно.

В таблице 1.16 приведен расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 45Н9 мм.

Таблица 1.16 – Расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 45Н9 мм

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	
								min	max	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Сверление	50	70	96,9	10	-	44,424	0,39	44,03	44,42	-	-

Зенкерование Н11	50	50	2,84	0	2×217	44,858	0,16	44,7	44,86	670	440
Развёртывание Н9	10	20	0,06	0	2×102	45,062	0,062	45	45,062	300	202

Общие припуски $Z_{\text{omin}} = 642$ мкм, $2Z_{\text{omax}} = 970$ мкм.

Проверка расчёта припусков рассчитывается по формуле (1.8):

$$Z_{\text{omax}} - Z_{\text{omin}} = 970 - 642 = 328 \text{ мкм.}$$

$$Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = 390 - 62 = 328 \text{ мкм.}$$

1.5 Специальная часть

Процесс зенкерования является получистовой операцией обработки поверхностей специальным инструментом – зенкером.

Зенкер – режущий инструмент для обработки цилиндрических, конических, многогранных, а также торцовых поверхностей.

В зависимости от формы и характера обрабатываемой поверхности зенкеры бывают следующих типов:

- зенкеры для увеличения диаметра цилиндрических отверстий;
- зенкеры для обработки цилиндрических углублений под головки винтов (головочные);
- зенкеры для обработки конических поверхностей (зенковки);
- зенкеры для обработки фасонных поверхностей;
- зенкеры для обработки и зачистки торцовых поверхностей.

По характеру крепления зенкеры бывают:

- хвостовые;
- насадные.

Зенкеры изготавливаются цельными и сборными со ставными ножами из быстрорежущей стали и твердого сплава, а также с припаянными пластинками твердого сплава. Хвостовые зенкеры, как правило, имеют приварные хвостовики из конструкционных сталей.

В серийном и массовом производстве зенкеры получили широкое распространение как инструмент, обеспечивающий высокую производительность и точность в указанных пределах.

Обычно зенкер предназначается для увеличения диаметра цилиндрического отверстия, полученного предварительно путем сверления, литья или штампования.

Зенкерование может выполняться на станках:

- сверлильных;

- токарных;
- токарных автоматах;
- револьверных;
- фрезерных;
- расточных.

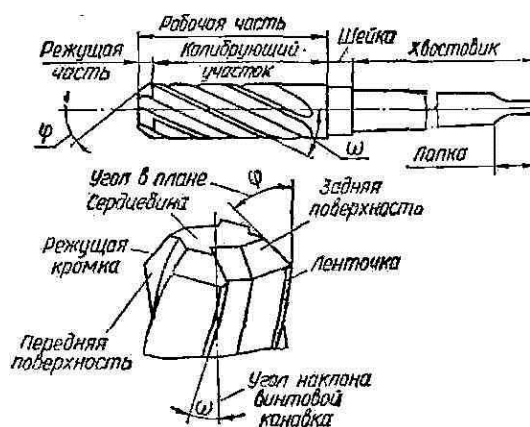


Рисунок 5 Зенкер с коническим хвостовиком

Основными элементами зенкера являются: рабочая часть и хвостовая часть с конусом Морзе. Между рабочей и хвостовой частью расположена шейка, на которой маркируется размер зенкера, условное обозначение марки стали, из которой изготовлена рабочая часть и марка завода.

Припуск под зенкерование колеблется в пределах от 0,3 до 8 мм на сторону. Зенкеры имеют три, четыре и более режущих зубьев (перьев). Зенкеры диаметром до 30мм изготавливаются хвостовыми цельными; зенкеры больших диаметров изготавливаются со вставными ножами, а так же сварными, с напаянными или наваренными зубьями.

Правильно выбранные значения геометрических элементов зенкера соответственно обрабатываемому материалу оказывают большое влияние на производительность и стойкость инструмента, точность и частоту обработанной поверхности изделия.

Для экономии дорогостоящей быстрорежущей стали применяется зенкер с вставным ножом. Корпус зенкера изготавливают из углеродистой стали марки 45 или легированной стали марки 40Х, а режущую часть нож – из быстрорежущей стали. Нож может изготовлен целиком из быстрорежущей стали или из двухслойного металла, состоящего из конструкционной стали с приваренной пластинкой быстрорежущей стали марок Р9 или Р18. Расход быстрорежущей стали на двухслойный нож в 3,4 раза меньше, чем на цельный. Ножи сборочных зенкеров оснащают также пластинами твердого сплава.

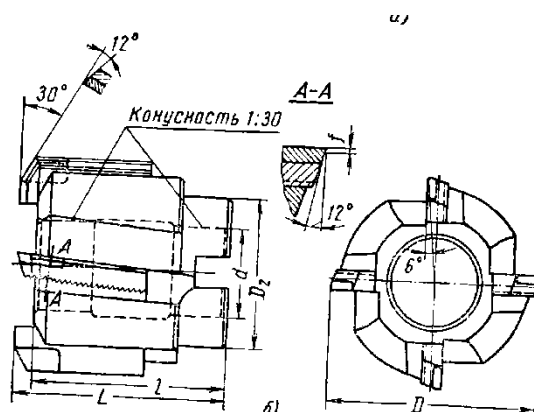


Рисунок 6 Зенкер со вставными ножами

Для снятия больших припусков при обработке отверстий применяются двузубые сборные зенкеры. Они могут обрабатывать отверстия в любых материалах (сталь, чугун, бронза, медь и т.д.) и на значительную глубину с соответствующей оправкой для сквозных, глубоких и ступенчатых отверстий диаметром от 30 до 200мм и длиной до 400мм.

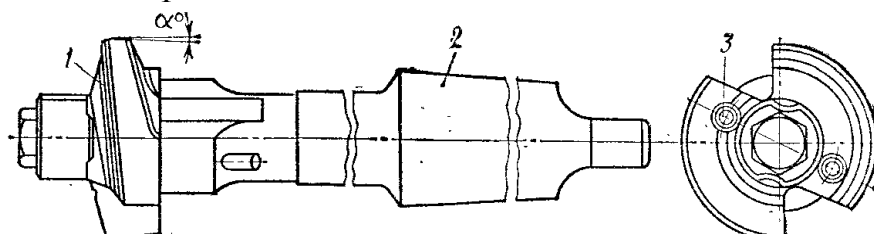


Рисунок 7 Двузубый сборный зенкер

Для зенкерования отверстия под головки болтов применяются головочные зенкеры. В целях обеспечения перпендикулярности дна цилиндрическому отверстию у таких зенкеров главный угол в плане ϕ равен 90° . Этим он отличается от обычного зенкера.

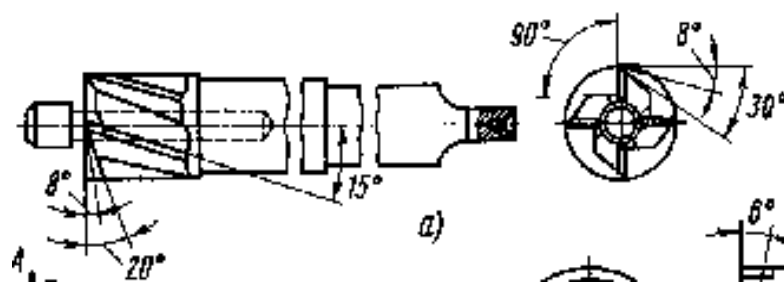


Рисунок 8 Насадной головочный зенкер

Главные режущие кромки у головочных зенкеров располагаются на торце, а вспомогательные режущие кромки расположены на периферии цилиндра корпуса; конструктивно они оформляются так же, как и у зенкеров для увеличения диаметра отверстий. Головочные зенкеры бывают как насадные, так и цельные. На переднем конце впереди торцовых зубьев, они имеют цапфу, которая служит для направления зенкера по просверленному

отверстию.

Для обработки конических отверстий применяются специальные зенкеры (зенковки), главные режущие кромки которых образуют угол при вершине, соответствующий углу наклона образующих конической поверхности.

Для обработки конических центровочных отверстий применяются однозубые центровочные зенкеры, центровочные для отверстий без предохранительного конуса, центровочные с предохранительным конусом в 120° .



Рисунок 9 Зенковка

При лобовой обработке торцовых поверхностей (приливов, ступиц, бобышек) применяются торцовые зенкеры (цековки). Наиболее простой конструкцией подобного зенкера является насадной зенкер с твердосплавными режущими зубьями, расположенными на торце корпуса, который при помощи винта цапфы закрепляется на оправке. Для обработки чугуна зубья зенкера оснащаются пластинками твердого сплава.

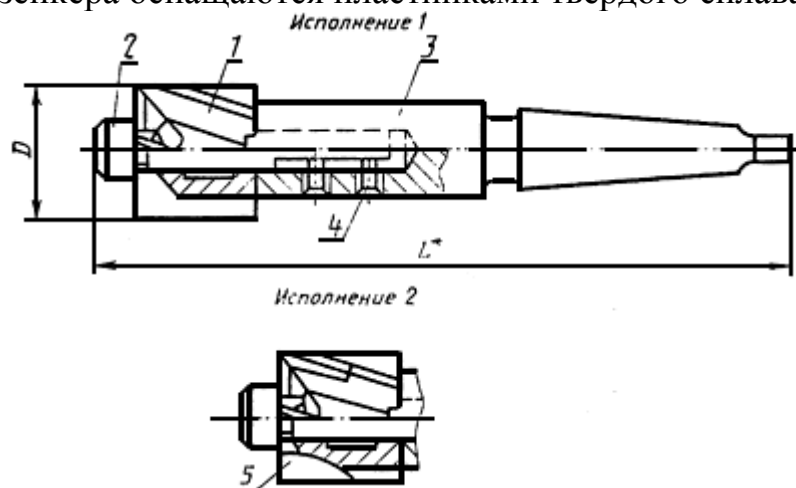


Рисунок 10 Торцовый зенкер

Для одновременной обработки нескольких поверхностей применяются комбинированные зенкеры.

установки и снятия заготовки. Прижим установлен в корпусе приспособления, от проворота предусмотрен штифт.

Транспортировка приспособления осуществляется с помощью строп вставленных между плитами корпуса приспособления.

1.6.2.1 Силовой расчёт приспособления

В данном случае сила зажима перпендикулярна силе резания.

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

$P = 1237,6 \text{ Н}$ – при фрезеровании.

Сила, необходимая для зажима [6]:

$P_3 = 1237,6 \cdot 3,04 \cdot 0,65 = 2445 \text{ Н}$.

Силы, действующие на Г – образном прихвате, изображены на рис 13.

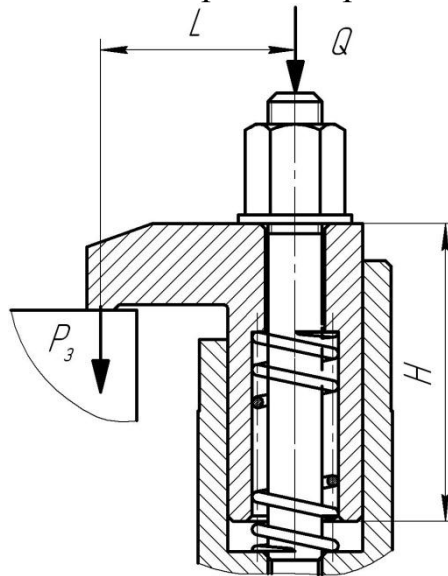


Рисунок 13 Силы, действующие на Г-образном прихвате

Сила, действующая на гайке:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot \frac{L}{H}}, \quad (1.18)$$

где f – коэффициент трения на торце гайки ($f = 0,1 \div 0,15$);

L и H – конструктивные элементы прихвата ($L = 75 \text{ мм}$, $H = 70 \text{ мм}$).

$$Q = \frac{2445}{1 - 3 \cdot 0,15 \cdot \frac{75}{70}} = 4702 \text{ Н}.$$

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле (1.16).

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{4702}{100}} = 10,1 \text{ мм}.$$

Принимаем $d = 12 \text{ мм}$.

1.6.2.2 Расчёт приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления и рассчитывается по формуле (1.17):

ε_3 – погрешность закрепления, которая определяется по формуле:

$$\varepsilon_3 = \left[(K_{Rz} R_z + K_{HB} HB) + C_1 \left(\frac{Q}{9,8} \right)^n \right] \frac{1}{F^m}, \quad (1.19)$$

$$\varepsilon_3 = [(0,016 \cdot 32 - 0,0045 \cdot 241) + 1,057] \cdot \left(\frac{4900}{9,8} \right)^{0,6} \cdot \frac{1}{4^{0,6}} = 0,009 \text{ мм.}$$

1.6.3 Проектирование инструмента

1.6.3.1 Проектирование зенкера

Производим расчет и конструирование зенкера из быстрорежущей стали под зенкерование трёхступенчатого отверстия до диаметров 24,7H12 мм, 28,43H12 мм, 29,7H12 мм в заготовке из стали 35 с пределом прочности равным 550 МПа.

Диаметры зенкера принимаем равными диаметру обрабатываемого отверстия с учетом допуска. По ГОСТ 12509-75 принимаем для отверстия диаметром 24,7H12 мм диаметр зенкера $24,7_{-0,34}^{-0,29}$ мм, для отверстия диаметром 28,43H12 мм диаметр зенкера $28,43_{-0,34}^{-0,29}$ мм, для отверстия диаметром 29,7H12 мм диаметр зенкера $29,7_{-0,34}^{-0,29}$ мм.

Определяем геометрические и конструктивные параметры рабочей части зенкера. Задний угол α на задний поверхности лезвия 15° , передний угол $\gamma = 6^\circ$ (на фаске шириной $f = 3$ мм). Угол наклона винтовой канавки $\omega = 5^\circ$, профиль канавки принимаемы прямолинейным.

Шаг винтовой канавки определяем по формуле:

$$H = \pi \cdot D \cdot \text{ctg} 8^\circ. \quad (1.20)$$

$$H = 3,14 \cdot 19 \cdot 1,4 = 86,3 \text{ мм.}$$

Главный угол в плане $\phi = 80^\circ$.

Конструктивные элементы зенкера принимаем по ГОСТ 3231-71.

Для хвостовика зенкера принимаем сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.

Выполняем рабочий чертеж зенкера с указанием основных технических требований.

1.6.3.2 Проектирование калибра симметричности

Контроль отклонения от симметричности двух отверстий диаметром $6_{+0,3}^0$ мм с допуском симметричности 0,25 мм относительно отверстия диаметром 18H9 мм производим при помощи калибра симметричности

ФЮРА.300165.007СБ.

В отверстие диаметром 18Н9 мм устанавливается калибр позиции 1, затем в отверстия диаметром $6^{+0,3}$ мм устанавливаются калибры позиции 2.

Если калибры позиции 2 не входят в отверстия, следовательно, требование симметричности не выдержано.

Калибры позиции 2 соединены с калибром позиции 1 цепью позиции 3.

1.7 Организационное проектирование

1.7.1 Нормирование технологического процесса

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчёт норм времени ведётся по укрупнённым типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчёт ведётся по следующим формулам [3]:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}}, \quad (1.21)$$

где $t_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, \quad (1.22)$$

где $t_{\text{уст}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{\text{изм}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = \left(T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}} \right) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.23)$$

где $T_{\text{ца}}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$$T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}, \quad (1.24)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

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

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

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

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживания рабочего места, %;

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

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{\Pi}, \quad (1.25)$$

где Π – размер партии запуска, шт;

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

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

Ниже в таблице 1.18 приведены результаты расчёта времени на изготовление корпуса.

1.7.6 Расчёт длительности технологических циклов

$$T_{\text{цi}} = \frac{n \cdot t_{\text{шткi}}}{C_{\text{пi}}}. \quad (1.33)$$

Определяем длительность технологического цикла для операции 005:

$$T_{005} = \frac{22 \cdot 7,04}{1} = 155 \text{ мин.}$$

Определяем длительность технологического цикла для операции 015:

$$T_{015} = \frac{22 \cdot 34,04}{1} = 749 \text{ мин.}$$

Определяем длительность технологического цикла для операции 025:

$$T_{025} = \frac{22 \cdot 6,84}{1} = 151 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{цпол}} = \sum_{i=1}^m T_{\text{цi}}, \quad (1.34)$$

$$T_{\text{цпол}} = 155 + 749 + 151 = 1055 \text{ мин.}$$

1.7.10 Основные данные выбранного варианта планирования

Некоторые станки, склады для заготовок и деталей расположил в зоне досягаемости мостового крана, для лучшей и удобной транспортировки.

При планировке станков были предусмотрены кратчайшие пути движения детали в процессе обработки

При разработке плана расположения станков положение станков координировалось относительно колонн. Этим будет достигнута возможность точно определить место каждого станка отдельно, независимо от положения соседних станков. Каждая колонна имеет свой номер, а расстояние от определенной колонны в двух направлениях фиксируют месторасположение станка в цехе.

Также предусматривается тумба и стол рабочего у станка, которые входят в план станка. На столе необходимо расположить необходимый для работы инструмент, чертежи; все это должно находиться под рукой во избежание лишней потери времени.

При разработке данной планировки соблюдались следующие условия. Станки располагались по ходу движения детали в техпроцессе. Транспортировка тяжелых грузов, партий заготовок, а также удаление контейнеров со стружкой используется мостовой кран. Также он используется для передачи партии деталей между станками по следующей схеме: при накоплении партии готовых деталей на станке станочник дает сигнал стропальщику, который сообщает крановщику, далее готовые детали удаляют на следующий станок

Внутренняя стена на участке имеет шаг колонн – 12 м, наружная – 6 м. При определении расстояния от колонн и между стенами и оборудованием учитывалась возможность прохода ремонтного оборудования, расположение монтажных пультов, возможность открывания дверей станка

Т.к. для данного участка принята складская система обеспечения рабочих мест, то склады располагаются так, что бы обеспечить удобный подъезд транспортных средств.