



Министерство образования и науки Российской Федерации
Калужский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ М-КФ «Машиностроительный»
КАФЕДРА М1-КФ «Машиностроительные технологии»

ОТЧЁТ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ДИСЦИПЛИНА «Основы конструирования приспособлений»
ТЕМА «Проектирование станочных приспособлений»

Выполнил: студент группы ТМД.Б-71 Куркин М. В.

Проверил: Попков В. М.

Дата сдачи (защиты) домашнего задания:

Результаты сдачи (защиты):

баллов (max 30)

Калуга, 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	3
1. Анализ исходных данных	4
1.1. Служебное назначение детали	4
1.2. Анализ технических условий на изготовление детали	4
1.3. Характеристика материала заготовки	5
1.4. Анализ технологичности конструкции детали	6
2. Проектирование операций механической обработки детали	7
2.1. Проектирование сверлильной операции с ЧПУ	7
2.2. Проектирование фрезерной операции	24
3. Расчёт и проектирование станочных приспособлений	28
3.1. Приспособление для расточной операции с ЧПУ	28
3.2. Приспособление для фрезерной операции	28
Список использованных источников	29

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Служебное назначение детали

Обрабатываемая деталь — корпус барабана. Детали типа «корпус» предназначены для крепления к ним других деталей и сборочных единиц изделия. Корпусные детали обеспечивают точность и постоянство относительного расположения прикрепляемых к ней деталей, поэтому должны обладать достаточной жёсткостью. Обрабатываемая деталь является вращающейся.

Наружная поверхность детали — призма, основанием которой является правильный шестиугольник с диаметром вписанной окружности 620 мм. С обеих торцов призмы деталь имеет ряд выступов, образующих цилиндрические и конические поверхности. На каждой грани шестигранника расположено по четыре штифтовых отверстия $\varnothing 20$ H7 мм и по восемь резьбовых M12.

Ступица детали имеет отверстие $\varnothing 125$ H7 мм, предназначенное для установки детали на вал. На внешней части ступицы расположен паз. Ступица соединена с наружной частью детали полотном. На нём расположены 6 рёбер, служащих для повышения жёсткости детали. В перемычках между спицами выполнены два такелажных отверстия $\varnothing 100$ мм.

Кроме перечисленных, деталь имеет ряд резьбовых и штифтовых отверстий, необходимых для крепления к корпусу других деталей изделия.

Заготовка детали — отливка из серого чугуна СЧ 21-40 (ГОСТ 1412-85).

1.2 Анализ технических условий на изготовление детали

Наиболее точные цилиндрические поверхности детали — отверстие в ступице $\varnothing 125$ H7 мм, 6 отверстий $\varnothing 45$ H7 мм, 2 отверстия $\varnothing 25$ H7 мм, 26 отверстий $\varnothing 20$ H7 мм и 6 отверстий $\varnothing 12$ H7 мм. Необходимость их высокой точности обусловлена тем, они являются сопрягаемыми. Для менее точных поверхностей заданы их предельные отклонения: $\varnothing 600_{-0,2}$ мм и

Ø590_{-0,5} мм. Заданные предельные отклонения удовлетворяют требованиям, соответственно, 10 и 12 квалитетов. Размеры с неуказанными предельными отклонениями выполняются по 14 квалитету.

Точность взаимного расположения поверхностей детали задана допусками параллельности торцовых поверхностей детали относительно друг друга и перпендикулярности наружных граней корпуса относительно торца, которые составляют 0,03 мм, и допуском радиального биения наружной цилиндрической поверхности Ø600_{-0,2} мм относительно посадочного отверстия ступицы Ø125 H7 мм, который составляет 0,1 мм.

Точность формы задана допусками на плоскостность торца и наружных граней корпуса, который составляет 0,02 мм.

Шероховатость задана значениями Ra 1,25 для посадочного отверстия ступицы Ø125 H7 мм и других сопрягаемых отверстий, Ra 2,5 для плоских поверхностей наружных граней и торцов корпуса и для внутренней цилиндрической поверхности Ø430 мм, и Ra 10 для плоских поверхностей торцов ступицы, наружных цилиндрических поверхностей Ø590_{-0,5} мм и отдельных резьбовых отверстий. Для остальных поверхностей задана шероховатость Rz 630, получаемая без применения механической обработки.

1.3 Характеристика материала заготовки

Материал заготовки — серый чугун СЧ 21-40 (ГОСТ 1412–85). Это чугун с пластинчатым графитом для отливок с временным сопротивлением при растяжении не менее $\sigma_B = 210$ МПа.

Серый чугун — сравнительно дешёвый конструкционный материал. Имеет хорошие литейные и технологические свойства. Из серого чугуна изготавливают массивные литые детали, такие как станины, маховики, крупногабаритные корпуса.

Физические свойства чугуна СЧ 21-40: плотность $\rho = 7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, линейная усадка $\epsilon = 1,2 \%$, модуль упругости при растяжении $E = 850...1100 \cdot 10^{-5}$ МПа, удельная теплоёмкость при $t = 20...200^\circ\text{C}$ $c = 480 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, коэффициент

линейного расширения при $t = 20 \dots 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\alpha = 9,5 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, теплопроводность при $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\lambda = 54 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$.

Химический состав чугуна СЧ 21-40: массовая доля углерода 3,3...3,5 %, кремния — 1,4...2,4 %, марганца — 0,7...1,0 %, фосфора — не более 0,2 %, серы — не более 1,5 %. Допускается низкое легирование чугуна различными элементами (хромом, никелем, медью, фосфором и другими).

1.4 Анализ технологичности конструкции детали

Большинство конструктивных элементов детали унифицированы.

Точность размеров и шероховатость поверхностей экономически и конструктивно обоснованы.

Физико-химические и механические свойства материала, жёсткость детали, её форма и размеры соответствуют требованиям технологии изготовления, конструкция жёсткая.

Деталь имеет технологические базы, позволяющие обеспечить точность установки, обработки и контроля.

Обработка и контроль точных поверхностей детали не затруднены.

Деталь имеет большое количество глухих точных отверстий, что усложняет обработку.

Шпоночный паз расположен нетехнологично, его обработка затрудняется необходимостью располагать деталь под углом.

Большая масса и габаритные размеры заготовки усложняют транспортировку и установку детали на станке.

Конструкция детали в целом технологична, но имеет ряд элементов, обработка которых затруднена.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

2.1 Проектирование сверлильной операции с ЧПУ

2.1.1 Выбор и характеристика оборудования

Операция выполняется на горизонтальном сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ и АСИ 2206ВМФ4.

Это станок с крестовым поворотным столом, предназначенный для комплексной обработки плоских деталей средних размеров сложной формы. Станок предназначен для многооперационной обработки разнообразных деталей сложной конфигурации из стали, чугуна, цветных и лёгких сплавов. На станке можно производить получистовое и чистовое фрезерование плоскостей, пазов и криволинейных поверхностей различными типами фрез, а также растачивание, сверление, зенкерование, развёртывание отверстий и нарезание резьбы метчиками и резцами по заданной программе. Станок может быть использован в мелкосерийном и серийном производствах различных отраслей промышленности.

Управление станком — от универсальной комплексной системы ЧПУ «Размер-2М-1300», позволяющей производить позиционную и контурную обработку, а также ручную с пульта управления. На станке программируются координатные перемещения стола и шпиндельной головки, скорости этих перемещений, частота вращения шпинделя, выбор и смена инструмента, смена обрабатываемой детали и циклы обработки.

На станке программируются координатные перемещения стола, шпиндельной головки, скорости этих перемещений, режимы обработки, выбор, смена и коррекция инструмента, циклы обработки.

Станок может быть оснащен устройством автоматической загрузки и выгрузки изделий, предназначенным для установки заготовки вне станка на сменные столы (паллеты) и последующей автоматической загрузки столов на станок, а также их выгрузки со станка после окончания обработки.

Использование сменных столов устройства позволяет совместить загрузку заготовок или выгрузку обработанных изделий с работой станка, что существенно сокращает холостые простои, повышает эффективность его использования и производительность, при этом исключается последняя ручная операция — установка и снятие деталей со станка.

Основные характеристики станка:

- Класс точности станка В по ГОСТ 8-82
- Размеры рабочей поверхности стола 630×800 мм
- Расстояние от торца шпинделя до центра стола 195...825 мм
- Наибольшее продольное перемещение стола (X) 800 мм
- Наибольшее поперечное перемещение стола (Z) 630 мм
- Наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной головки (Y) 630 мм
- Наибольшая нагрузка на стол 800 кг
- Ёмкость инструментального магазина 30 шт
- Наибольший диаметр устанавливаемого инструмента 200 мм
- Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка 400 мм
- Частота вращения шпинделя $10 \dots 3500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$
- Электродвигатель привода шпинделя 15 кВт
- Масса станка 12 т

На рис. 1 приведены габариты рабочего пространства сверлильно-фрезерно-расточного станка 2206ВМФ4 (а) и его посадочные и присоединительные размеры (б, в, г).

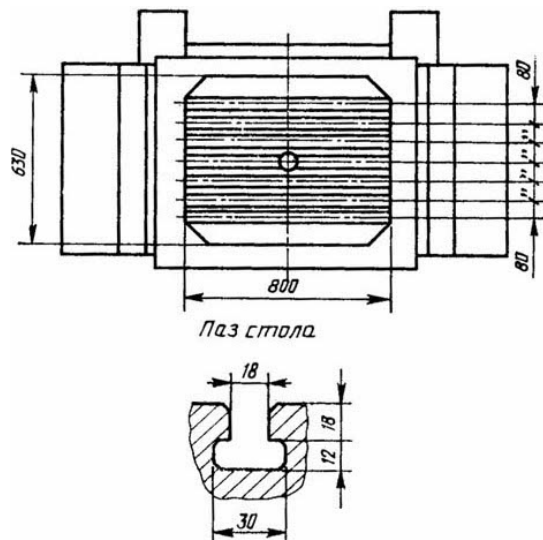
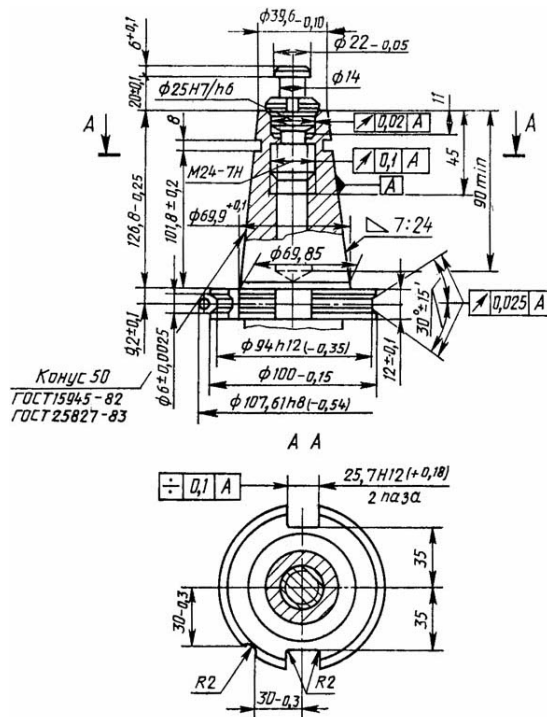
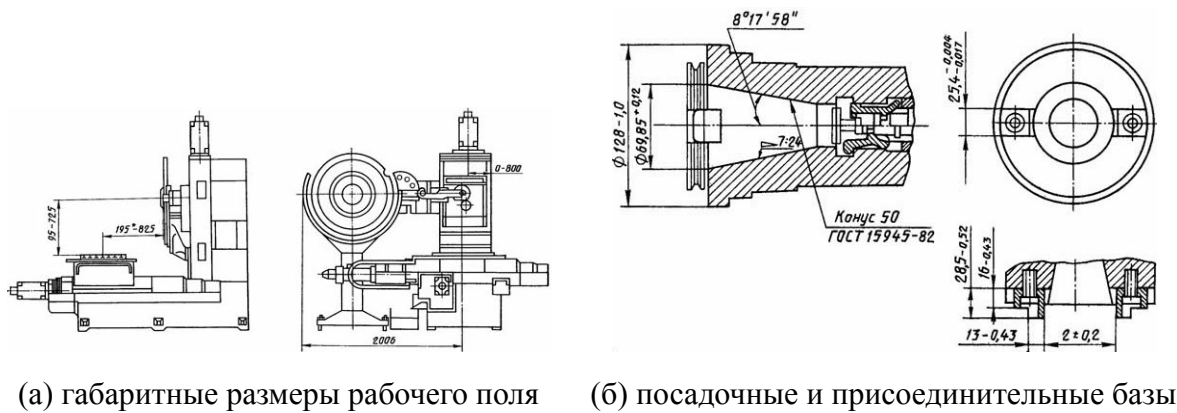


Рисунок 1 — Посадочные и присоединительные размеры станка 2206ВМФ4

2.1.2 Выбор и обоснование схемы базирования

Базирование осуществляется по схеме, представленной на рис. 2

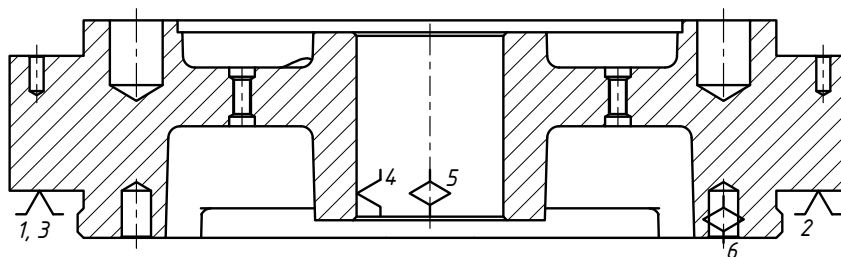


Рисунок 2 — Схема базирования на операции 040

1, 2, 3 — установочная база,

4, 5 — направляющая база,

6 — опорная база

2.1.3 Выбор и обоснование последовательности и содержания переходов

На операции 040 осуществляется обработка отверстий, расположенных на гранях наружной поверхности детали. Деталь установлена в специальном приспособлении, поворот относительно своей оси она осуществляет за счёт делительного движения, совершаемого поворотным столом станка. На каждой позиции последовательно обрабатываются все отверстия, расположенные на грани, обращённой к шпинделю. Обработка 4 отверстий $\varnothing 20$ Н7 мм осуществляется за три перехода последовательным сверлением, зенкерованием и развёртыванием. Обработка 8 резьбовых отверстий М12-7Н производится сверлением и нарезанием резьбы метчиком. Последним переходом снимаются фаски на всех отверстиях. После этого стол станка поворачивается и обрабатывается следующая грань детали. Последовательность обработки отверстий на каждой грани приведена в табл. 1

Таблица 1 — Содержание основных переходов операции 040

Содержание переходов
<p>По программе:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Сверлить 4 отверстия (35) $\varnothing 18,5^{+0,130}$ на глубину 35 – Сверлить 8 отверстий (37) $\varnothing 10,2^{+0,36}$ на глубину 25 – Зенкеровать 4 отверстия (35) $\varnothing 19,7^{+0,052}$ на глубину 30 – Развернуть 4 отверстия (35) $\varnothing 20^{+0,025}$ на глубину 30 – Нарезать резьбу (39) в 8 отверстиях М12-7Н на глубину 20 – Зенковать 12 фасок (36) и (38), выдерживая размер $1,6 \times 45^\circ$

2.1.4 Выбор и характеристика режущего инструмента

Для сверления отверстий (35) выбрано сверло $\varnothing 18,5$ 2301-3619 ГОСТ 10903-77. Для сверления отверстий под резьбу (37) выбрано сверло $\varnothing 10,2$ 2301-4204 ГОСТ 22736-77. Для зенкерования отверстий (35) выбран зенкер $\varnothing 19,7$ 2320-0529 ГОСТ 12489-71. Для развёртывания отверстий (35) выбрана развёртка $\varnothing 20$ 2363-3463 ГОСТ 1672-80. Для нарезания резьбы (39) выбран метчик М12 2621-1515 ГОСТ 3266-81. Для зенковки фасок (36) и (38) выбрана зенковка 2353-0123 ГОСТ 14953-80.

Материал режущей части всех инструментов — быстрорежущая сталь Р6М5 [9, прил. 2].

2.1.5 Расчёт режимов и сил резания

Расчёт ведётся табличным методом по методике, приведённой в [9].

T01 Сверление $\varnothing 18,5$

Глубина резания определяется по формуле:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{18,5}{2} = 9,25 \text{ мм}$$

Табличное значение осевой подачи корректируется по формуле:

$$S_o = S_{oT} K_{S_M}$$

$$S_{oT} = 0,56 \frac{\text{мм}}{\text{об}} [9, \text{ карта } 46]$$

$$K_{S_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

Табличное значение скорости резания корректируется по формуле:

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_3} K_{V_{ж}} K_{V_T} K_{V_W} K_{V_{и}} K_{V_I} K_{V_{п}}$$

$$V_T = 22,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}} [9, \text{ карта } 46]$$

$$K_{V_M} = K_{V_3} = K_{V_{ж}} = K_{V_T} = K_{V_W} = K_{V_{и}} = K_{V_I} = K_{V_{п}} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$S_o = 0,56 \cdot 1,0 = 0,56 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$$V = 22,8 \cdot 1,0 = 22,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 22,8}{\pi \cdot 18,5} = 392,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$V_s = S_o n = 0,56 \cdot 392,3 = 219,7 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Станок позволяет регулировать обороты шпинделя и подачи бесступенчато. Фактические режимы резания округляют до значений из стандартных рядов предпочтительных чисел в меньшую сторону: $n_{\phi} = 355 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $V_{S\phi} = 200 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$; тогда $S_{o\phi} = 0,56 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 18,5 \cdot 355}{1000} = 20,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Табличное значение мощности резания корректируется по формуле:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}}$$

$$N_t = 2,74 \text{ кВт} [9, \text{ карта } 46]$$

$$K_{N_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$N = \frac{2,74}{1,0} = 2,74 \text{ кВт}$$

Табличное значение осевой силы резания корректируется по формуле:

$$P = \frac{P_T}{K_{P_M}}$$

$$P_t = 8087 \text{ Н} [9, \text{ карта } 46]$$

$$K_{P_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$P = \frac{8087}{1,0} = 8087 \text{ Н}$$

Основное время обработки одного отверстия рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{l_{вр} + l + l_{пер}}{V_S}$$

где $l_{вр}$ — длина на врезание, [мм]

l — глубина обработки [мм]

$l_{пер}$ — длина на перебег [мм]

При сверлении глухого отверстия перебег отсутствует, а длина на врезание определяется по формуле:

$$l_{вр} = 1 + \frac{D}{2} \cdot \tan 31^\circ$$

$$l_{вр} = 1 + \frac{18,5}{2} \cdot \tan 31^\circ = 6,6 \text{ мм}$$

$$t_o = \frac{6,6 + 35 + 0}{200} = 0,21 \text{ мин}$$

Т02 Сверление $\varnothing 10,2$

Глубина резания определяется по формуле:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{10,2}{2} = 5,1 \text{ мм}$$

Табличное значение осевой подачи корректируется по формуле:

$$S_o = S_{oT} K_{S_M}$$

$$S_{oT} = 0,42 \frac{\text{мм}}{\text{об}} \text{ [9, карта 46]}$$

$$K_{S_M} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

Табличное значение скорости резания корректируется по формуле:

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_3} K_{V_{ж}} K_{V_T} K_{V_W} K_{V_{и}} K_{V_I} K_{V_{п}}$$

$$V_T = 25,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ [9, карта 46]}$$

$$K_{V_M} = K_{V_3} = K_{V_{ж}} = K_{V_T} = K_{V_W} = K_{V_{и}} = K_{V_I} = K_{V_{п}} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

$$S_o = 0,42 \cdot 1,0 = 0,42 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$$V = 25,2 \cdot 1,0 = 25,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25,2}{\pi \cdot 10,2} = 786,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$V_s = S_o n = 0,42 \cdot 786,4 = 330,3 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Станок позволяет регулировать обороты шпинделя и подачи бесступенчато. Фактические режимы резания округляют до значений из стандартных рядов предпочтительных чисел в меньшую сторону: $n_{\phi} = 750 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $V_{S\phi} = 320 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$; тогда $S_{o\phi} = 0,43 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 10,2 \cdot 750}{1000} = 24,0 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Табличное значение мощности резания корректируется по формуле

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}}$$

$$N_t = 1,34 \text{ кВт} [9, \text{ карта } 46]$$

$$K_{N_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$N = \frac{1,34}{1,0} = 1,34 \text{ кВт}$$

Табличное значение осевой силы резания корректируется по формуле:

$$P = \frac{P_T}{K_{P_M}}$$

$$P_t = 3675 \text{ Н} [9, \text{ карта } 46]$$

$$K_{P_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$P = \frac{3675}{1,0} = 3675 \text{ Н}$$

Основное время обработки одного отверстия рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{l_{вр} + l + l_{пер}}{V_S}$$

где $l_{вр}$ — длина на врезание, [мм]

l — глубина обработки [мм]

$l_{пер}$ — длина на перебег [мм]

При сверлении глухого отверстия перебег отсутствует, а длина на врезание определяется по формуле:

$$l_{вр} = 1 + \frac{D}{2} \cdot \tan 31^\circ$$

$$l_{вр} = 1 + \frac{10,2}{2} \cdot \tan 31^\circ = 4,1 \text{ мм}$$

$$t_o = \frac{4,1 + 25 + 0}{320} = 0,09 \text{ мин}$$

Т03 Зенкерование $\varnothing 19,7$

Глубина резания определяется по формуле:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{19,7 - 18,5}{2} = 0,6 \text{ мм}$$

Табличное значение осевой подачи корректируется по формуле:

$$S_o = S_{oT} K_{S_M}$$

$$S_{oT} = 0,74 \frac{\text{мм}}{\text{об}} [9, \text{ карта } 48]$$

$$K_{S_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

Табличное значение скорости резания корректируется по формуле:

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_3} K_{V_ж} K_{V_T} K_{V_W} K_{V_{и}} K_{V_i} K_{V_{п}}$$

$$V_T = 27,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}} [9, \text{ карта } 48]$$

$$K_{V_M} = K_{V_3} = K_{V_ж} = K_{V_T} = K_{V_W} = K_{V_{и}} = K_{V_{п}} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$K_{V_i} = 0,98 [9, \text{ карта } 53]$$

$$S_o = 0,74 \cdot 1,0 = 0,74 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$$V = 27,8 \cdot 1,0 \cdot 0,98 = 27,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 27,2}{\pi \cdot 19,7} = 440,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$V_s = S_o n = 0,74 \cdot 440,2 = 325,8 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Станок позволяет регулировать обороты шпинделя и подачи бесступенчато. Фактические режимы резания округляют до значений из стандартных рядов предпочтительных чисел в меньшую сторону: $n_{\phi} = 400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $V_{S\phi} = 320 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$; тогда $S_{o\phi} = 0,80 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 19,7 \cdot 400}{1000} = 24,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Табличное значение мощности резания корректируется по формуле

$$N = N_T \frac{K_{N_i}}{K_{N_M}}$$

$$N_T = 0,91 \text{ кВт} [9, \text{ карта } 48]$$

$$K_{N_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$K_{N_i} = 1,08 \text{ [9, карта 53]}$$

$$N = 1,34 \frac{1,08}{1,0} = 1,45 \text{ кВт}$$

Табличное значение осевой силы резания корректируется по формуле:

$$P = P_T \frac{K_{P_i}}{K_{P_M}}$$

$$P_T = 152 \text{ Н [9, карта 48]}$$

$$K_{P_M} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

$$K_{P_i} = 1,1 \text{ [9, карта 53]}$$

$$P = 152 \frac{1,1}{1,0} = 167,2 \text{ Н}$$

Основное время обработки одного отверстия рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{l_{вр} + l + l_{пер}}{V_S}$$

где $l_{вр}$ — длина на врезание, [мм]

l — глубина обработки [мм]

$l_{пер}$ — длина на перебег [мм]

Для зенкерования принимается длина на врезание 1 мм, а на перебег — 2 мм.

$$t_o = \frac{1 + 30 + 2}{320} = 0,10 \text{ мин}$$

Т04 Развёртывание $\varnothing 20$

Глубина резания определяется по формуле:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{20 - 19,7}{2} = 0,15 \text{ мм}$$

Табличное значение осевой подачи корректируется по формуле:

$$S_o = S_{oT} K_{S_M}$$

$$S_{oT} = 0,76 \frac{\text{мм}}{\text{об}} [9, \text{ карта } 49]$$

$$K_{S_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

Табличное значение скорости резания корректируется по формуле:

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_3} K_{V_{ж}} K_{V_T} K_{V_W} K_{V_{и}} K_{V_i} K_{V_{п}}$$

$$V_T = 15,0 \frac{\text{м}}{\text{мин}} [9, \text{ карта } 49]$$

$$K_{V_M} = K_{V_3} = K_{V_{ж}} = K_{V_T} = K_{V_W} = K_{V_{и}} = K_{V_{п}} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$K_{V_i} = 0,84 [9, \text{ карта } 53]$$

$$S_o = 0,76 \cdot 1,0 = 0,76 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$$V = 15 \cdot 1,0 \cdot 0,84 = 12,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12,6}{\pi \cdot 20} = 200,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$V_s = S_o n = 0,76 \cdot 200,5 = 152,4 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Станок позволяет регулировать обороты шпинделя и подачи бесступенчато. Фактические режимы резания округляют до значений из стандартных рядов предпочтительных чисел в меньшую сторону: $n_{\phi} = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $V_{S\phi} = 150 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$; тогда $S_{o\phi} = 0,75 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 200}{1000} = 12,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Табличное значение мощности резания корректируется по формуле

$$N = N_T \frac{K_{N_i}}{K_{N_M}}$$

$$N_t = 0,39 \text{ кВт} [9, \text{ карта } 49]$$

$$K_{N_M} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$K_{N_i} = 1,92 [9, \text{ карта } 53]$$

$$N = 0,39 \frac{1,92}{1,0} = 0,75 \text{ кВт}$$

Табличное значение осевой силы резания корректируется по формуле:

$$P = P_T \frac{K_{P_i}}{K_{P_M}}$$

$$P_T = 19 \text{ Н [9, карта 49]}$$

$$K_{P_M} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

$$K_{P_i} = 2,4 \text{ [9, карта 53]}$$

$$P = 19 \frac{2,4}{1,0} = 45,6 \text{ Н}$$

Основное время обработки одного отверстия рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{l_{\text{вр}} + l + l_{\text{пер}}}{V_S}$$

где $l_{\text{вр}}$ — длина на врезание, [мм]

l — глубина обработки [мм]

$l_{\text{пер}}$ — длина на перебег [мм]

Для развёртывания принимается длина на врезание 1 мм, а на перебег — 2 мм.

$$t_o = \frac{1 + 30 + 2}{150} = 0,22 \text{ мин}$$

T05 Нарезание резьбы M12-7H

Подача при нарезании резьбы равна шагу:

$$S_o = 1,75 \text{ мм}$$

Табличное значение скорости резания корректируется по формуле:

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_K}$$

$$V_T = 7,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ [9, карта 50]}$$

$$K_{V_M} = K_{V_K} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

$$V = 7,4 \cdot 1,0 = 7,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 7,4}{\pi \cdot 12} = 196,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}} =$$

Станок позволяет регулировать обороты шпинделя и подачи бесступенчато. Фактические режимы резания округляют до значений из стандартных рядов предпочтительных чисел в меньшую сторону: $n_{\phi} = 180 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $S_{o\phi} = 1,75 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 12 \cdot 180}{1000} = 6,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Табличное значение мощности резания корректируется по формуле

$$N = \frac{N_t}{K_{N_m}}$$

$$N_t = 0,32 \text{ кВт} [9, \text{ карта } 50]$$

$$K_{N_m} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$N = \frac{0,32}{1,0} = 0,32 \text{ кВт}$$

Табличное значение осевой силы резания корректируется по формуле:

$$P = \frac{P_t}{K_{P_m}}$$

$$P_t = 41 \text{ Н} [9, \text{ карта } 50]$$

$$K_{P_m} = 1,0 [9, \text{ карта } 53]$$

$$P = \frac{41}{1,0} = 41 \text{ Н}$$

Табличное значение крутящего момента корректируется по формуле:

$$M_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{K_{M_m}}$$

$$M_{\text{кр}} = 1,9 \text{ Н}\cdot\text{м} [9, \text{ карта } 50]$$

$$K_{M_M} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

$$M_{кр} = \frac{1,9}{1,0} = 1,9 \text{ Н}$$

Основное время обработки одного отверстия рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{n_{р. х.} S_o} + \frac{L}{n_{х. х.} S_o}$$

$$L = l_{вр} + l + l_{пер}$$

где $n_{р. х.}$ — частота вращения шпинделя на рабочем ходу, $[\frac{об}{мин}]$

$n_{х. х.}$ — частота вращения шпинделя на холостом ходу, $[\frac{об}{мин}]$

$l_{вр}$ — длина на врезание, [мм]

l — глубина обработки [мм]

$l_{пер}$ — длина на перебег [мм]

Для нарезания резьбы принимается длина на врезание 1 мм, на перебег — 2 мм. Принимается $n_{х. х.} = 1,75n_{р. х.}$

$$n_{х. х.} = 1,75 \cdot 180 = 315 \frac{об}{мин}$$

$$L = 1 + 20 + 2 = 23 \text{ мм}$$

$$t_o = \frac{23}{180 \cdot 1,75} + \frac{23}{315 \cdot 1,75} = 0,15 \text{ мин}$$

Т06 Зенкование

0,17 20 188 0,44

Глубина резания при зенковании фаски равна ширине фаски:

$$t = 1,6 \text{ мм}$$

Табличное значение осевой подачи корректируется по формуле:

$$S_o = S_{от} K_{S_M}$$

$$S_{от} = 0,17 \frac{мм}{об} \text{ [9, карта 51]}$$

$$K_{S_M} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

Табличное значение скорости резания корректируется по формуле:

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_3} K_{V_{ж}} K_{V_T} K_{V_W} K_{V_{и}} K_{V_{п}}$$

$$V_T = 20 \frac{\text{м}}{\text{мин}} [9, \text{карта } 51]$$

$$K_{V_M} = K_{V_3} = K_{V_{ж}} = K_{V_T} = K_{V_W} = K_{V_{и}} = K_{V_{п}} = 1,0 [9, \text{карта } 53]$$

$$S_o = 0,17 \cdot 1,0 = 0,17 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$$V = 20 \cdot 1,0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 20} = 318,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$V_s = S_o n = 0,17 \cdot 318,3 = 54,11 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Станок позволяет регулировать обороты шпинделя и подачи бесступенчато. Фактические режимы резания округляют до значений из стандартных рядов предпочтительных чисел в меньшую сторону: $n_{\phi} = 315 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $V_{S\phi} = 50 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$; тогда $S_{o\phi} = 0,16 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 315}{1000} = 19,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Табличное значение мощности резания корректируется по формуле:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}}$$

$$N_T = 0,44 \text{ кВт} [9, \text{карта } 51]$$

$$K_{N_M} = 1,0 [9, \text{карта } 53]$$

$$N = \frac{0,44}{1,0} = 0,44 \text{ кВт}$$

Табличное значение осевой силы резания корректируется по формуле:

$$P = \frac{P_T}{K_{P_M}}$$

$$P_T = 188 \text{ Н} [9, \text{карта } 46]$$

$$K_{P_M} = 1,0 \text{ [9, карта 53]}$$

$$P = \frac{188}{1,0} = 188 \text{ Н}$$

Основное время обработки одного отверстия рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{l_{\text{вр}} + l + l_{\text{пер}}}{V_S}$$

где $l_{\text{вр}}$ — длина на врезание, [мм]

l — глубина обработки [мм]

$l_{\text{пер}}$ — длина на перебег [мм]

При зенковании фасок перебег отсутствует, а длина на врезание определяется по формуле:

$$l_{\text{вр}} = 1 + \frac{D}{2} \cdot \tan 45^\circ$$

$$l_{\text{вр}} = 1 + \frac{20}{2} \cdot \tan 45^\circ = 11 \text{ мм}$$

$$t_o = \frac{11 + 1,6 + 0}{50} = 0,03 \text{ мин}$$

Полученные значения параметров режимов резания сведены в табл. 2.

Таблица 2 — Режимы резания для переходов операции 045

	t , мм	S_o , $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	n , $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$	V , $\frac{\text{м}}{\text{мин}}$	t_o , мин
T01	9,25	0,56	355	20,6	0,21
T02	5,1	0,42	750	24	0,09
T03	0,6	0,74	400	24,8	0,1
T04	0,15	0,76	200	12,6	0,22
T05	—	1,75	180	6,8	0,15
T06	1,6	0,17	315	19,8	0,03

2.1.6 Техническое нормирование

2.1.7 Выбор методов и средств операционного контроля

2.2 Проектирование фрезерной операции

2.2.1 Выбор и характеристика оборудования

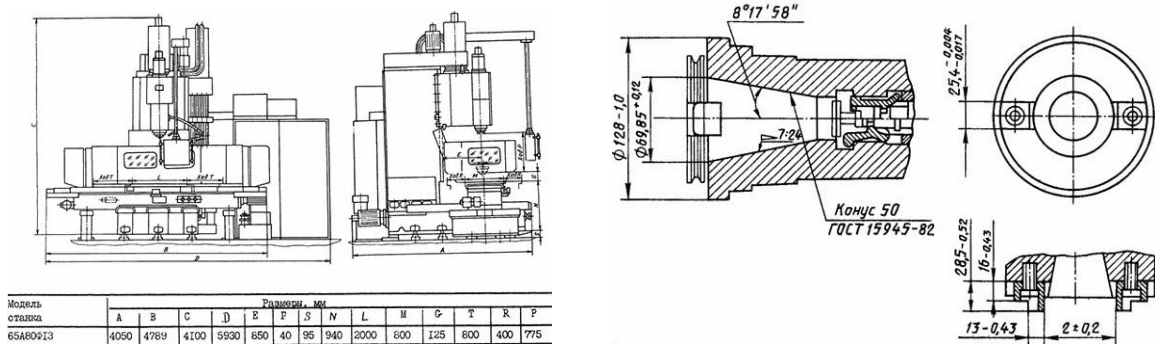
Операция выполняется на бесконсольном вертикально-фрезерном станке 65A80.

Фрезерный станок модели 65A80 с крестовым столом предназначен для скоростного фрезерования крупногабаритных деталей в основном торцовыми фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Станок модели 65A80 бесконсольного типа предназначен для высокопроизводительного фрезерования деталей из чугуна, стали и цветных металлов. На станке выполняется обработка не только сырых, но и закаленных деталей с применением современного инструмента с ножами из эльбора, сверхтвёрдых композиционных материалов из металлокерамики. На станке производится фрезерование, сверление, зенкерование, развертывание и растачивание.

Основные характеристики станка:

- Класс точности Н по ГОСТ 8-82
- Размеры рабочей поверхности стола 2000 × 800 мм
- Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола 125...900 мм
- Расстояние от станины до оси шпинделя 850 мм
- Наибольший продольный ход стола (X) 1600 мм
- Наибольший поперечный ход стола (Y) 800 мм
- Наибольший вертикальный ход шпинделя (Z) 775 мм
- Наибольшая масса обрабатываемой заготовки 6000 кг
- Частота вращения шпинделя $5...2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, 85 ступеней
- Электродвигатель привода шпинделя 20 кВт
- Масса станка 18,5 т

На рис. 3 приведены габариты рабочего пространства бесконсольного вертикально-фрезерного станка 65А80 (а) и его посадочные и присоединительные размеры (б).



(а) габаритные размеры рабочего поля (б) посадочные и присоединительные базы

Рисунок 3 — Посадочные и присоединительные размеры станка 65А80

2.2.2 Выбор и обоснование схемы базирования

Базирование осуществляется по схеме, представленной на рис. 4

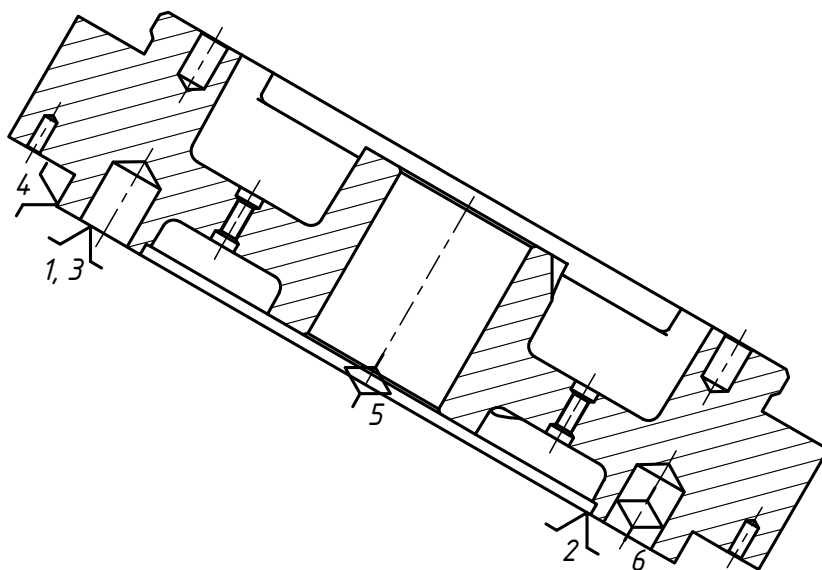


Рисунок 4 — Схема базирования на операции 045

1, 2, 3 — установочная база,

4, 5 — направляющая база,

6 — опорная база

2.2.3 Выбор и обоснование последовательности и содержания переходов

На операции 045 осуществляется обработка паза, расположенных под углом к торцу детали. Деталь установлена в специальном приспособлении под наклоном. Обработка паза производится за один проход концевой фрезой, радиус которой совпадает с радиусом скруглений паза. Последовательность обработки приведена в табл. 3

Таблица 3 — Содержание основных переходов операции 045

Содержание переходов
– Фрезеровать паз (34), выдерживая размер $20 \times 60^\circ$ и ширину 50

2.2.4 Выбор и характеристика режущего инструмента

2.2.5 Расчёт режимов и сил резания

2.2.6 Техническое нормирование

2.2.7 Выбор методов и средств операционного контроля

3 РАСЧЁТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

3.1 Приспособление для расточной операции с ЧПУ

3.1.1 Характеристика и описание принципа работы приспособления

3.1.2 Силовой расчёт приспособления

3.1.3 Прочностной расчёт приспособления

3.1.4 Точностной расчёт приспособления

3.2 Приспособление для фрезерной операции

3.2.1 Характеристика и описание принципа работы приспособления

3.2.2 Силовой расчёт приспособления

3.2.3 Прочностной расчёт приспособления

3.2.4 Точностной расчёт приспособления

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Безъязычный В. Ф.* Основы технологии машиностроения : учебник для вузов. — М. : Машиностроение, 2013. — 567 с. : ил. — URL: <https://e.lanbook.com/book/37005> (дата обр. 04.11.2018). — Режим доступа.
2. *Блюментейн В. Ю., Клецов А. А.* Проектирование технологической оснастки. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Лань, 2011. — 224 с.
3. *ГОСТ 14.205–83.* ЕСТПП. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
4. *ГОСТ 2.105-95.* ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
5. *ГОСТ 2.121–73.* ЕСКД. Технологический контроль конструкторской документации.
6. *ГОСТ 3.1118-82.* ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.
7. *ГОСТ 3.1404-86.* ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
8. *ГОСТ 3.1702-79.* ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.
9. *Гузеев В. И., Батуев В. А., Сурков И. В.* Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : Справочник / под ред. В. И. Гузеева. — 2-е изд. — М. : Машиностроение, 2007. — 368 с.
10. *Малышев Е. Н., Вяткин А. Г.* Проектирование станочных приспособлений : Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы конструирования приспособлений». — Калуга : Калужский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — 18 с. : ил.

11. Справочник конструктора-машиностроителя : в 2-х т. Т2 / под ред. Р. К. М. А. Г. Косиловой. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1986. — 496 с. : ил.
12. *Тарабаринн О. И., Абызов А. П., Ступко В. Б.* Проектирование технологической оснастки в машиностроении. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Лань, 2013. — 304 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5859> (дата обр. 05.12.2018).
13. Технология машиностроения : Производство машин: учебник для вузов : в 2 т. Т. 2 / В. М. Бурцев, А. С. Васильев, И. Н. Гемба [и др.]. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. — 368 с.