



*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 .....	11
3. Расчёт и проектирование станочных приспособлений .....	15
3.1. Приспособление для расточной операции с ЧПУ .....	15
3.2. Приспособление для фрезерной операции .....	15
Список использованных источников .....	16

# **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 такеллажных 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<sub>-0,5</sub> 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<sub>-0,2</sub> 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<sub>-0,5</sub> 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  $630 \times 800$  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).

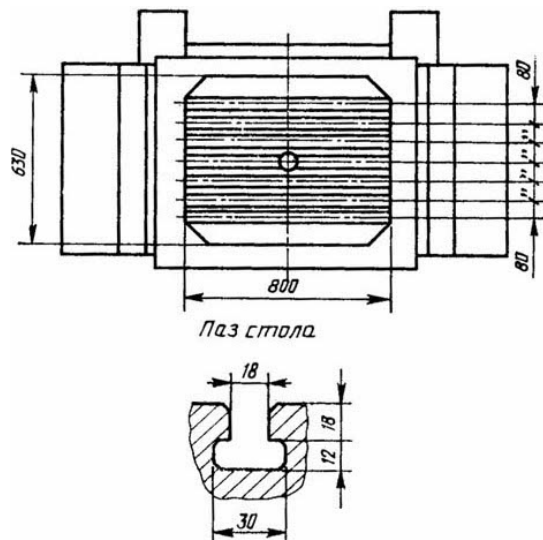
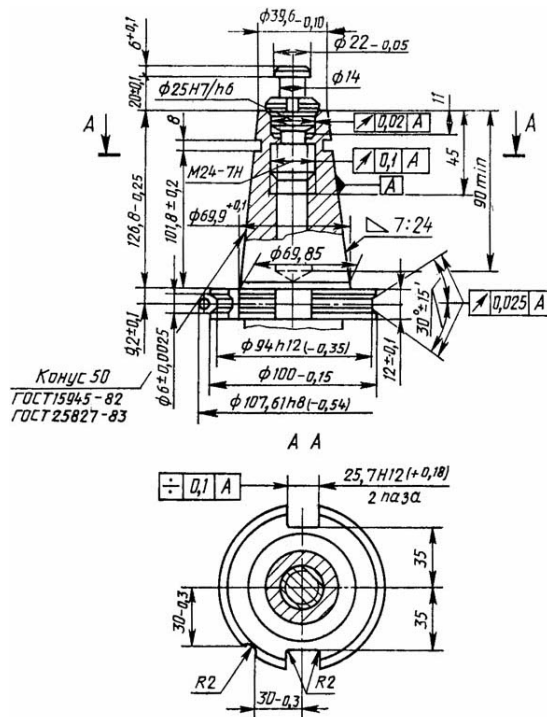
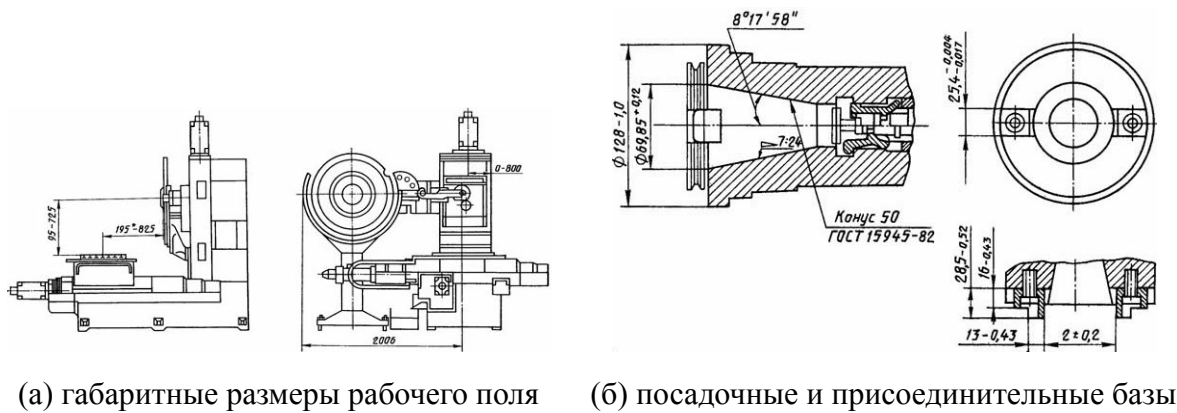


Рисунок 1 — Посадочные и присоединительные размеры станка 2206ВМФ4



### 2.1.2 Выбор и обоснование схемы базирования

Базирование осуществляется по схеме, представленной на рис. 2

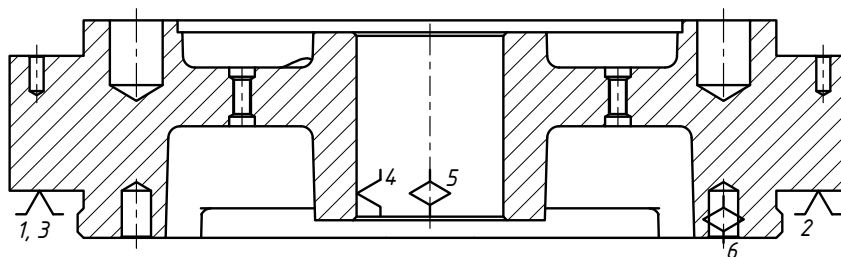


Рисунок 2 — Схема базирования на операции 040

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"> <li>– Сверлить 4 отверстия (35), выдерживая размер <math>\varnothing 18,5^{+0,130}</math></li> <li>– Сверлить 8 отверстий (37), выдерживая размер <math>\varnothing 10,2^{+0,36}</math></li> <li>– Зенкеровать 4 отверстия (35), выдерживая размер <math>\varnothing 19,7^{+0,052}</math></li> <li>– Развернуть 4 отверстия (35), выдерживая размер <math>\varnothing 20^{+0,025}</math></li> <li>– Нарезать резьбу (39) в 8 отверстиях М12-7Н</li> <li>– Зенковать 12 фасок (36) и (38), выдерживая размер <math>1,6 \times 45^\circ</math></li> </ul>

#### 2.1.4 Выбор и характеристика режущего инструмента

#### 2.1.5 Расчёт режимов и сил резания

#### 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 65А80.

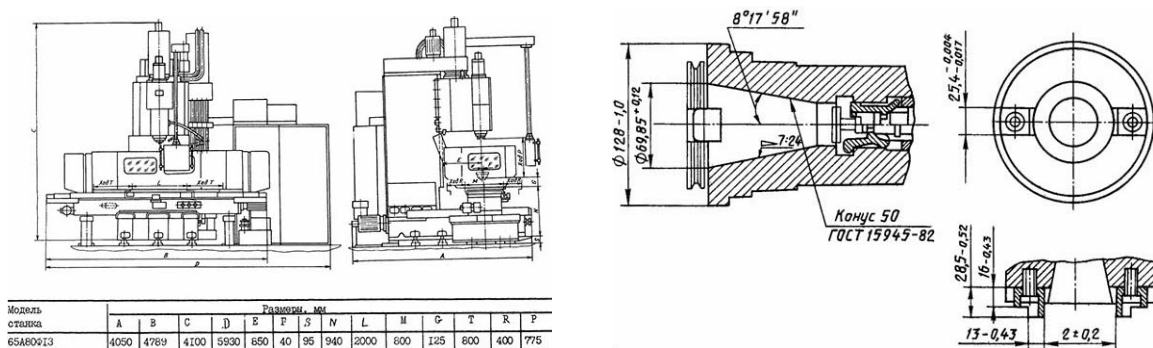
Фрезерный станок модели 65А80 с крестовым столом предназначен для скоростного фрезерования крупногабаритных деталей в основном торцовыми фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Станок

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, сверхтвердых 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  $2000 \times 800$  мм
- Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола  $125 \dots 900$  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  $5 \dots 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ , 85 ступеней
- Электродвигатель привода шпинделя 20 кВт
- Масса станка 18,5 т

На рис. 3 приведены габариты рабочего пространства бесконсольного вертикально-фрезерного станка 65A80 (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 65A80

### 2.2.2 Выбор и обоснование схемы базирования

Базирование осуществляется по схеме, представленной на рис. 4

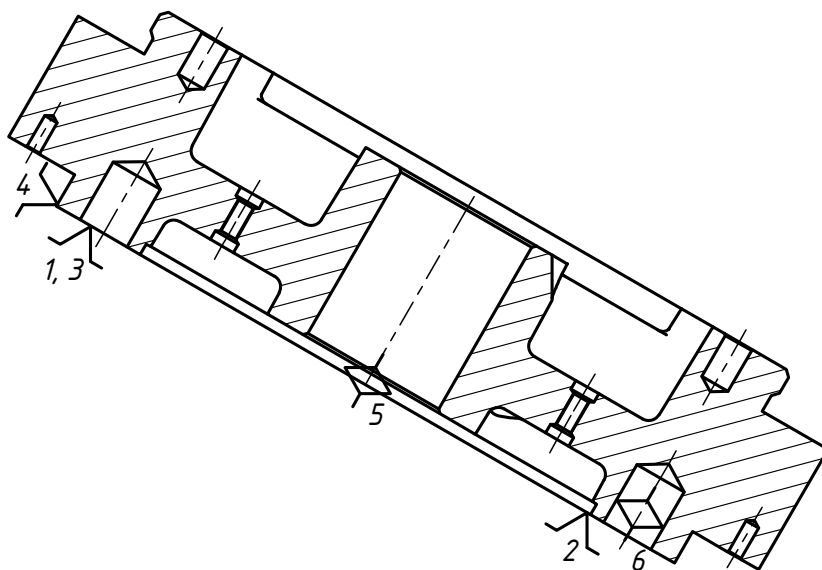


Рисунок 4 — Схема базирования на операции 045

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. 2

Таблица 2 — 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**