

**Министерство образования, науки и молодежной политики Краснодарского края**  
**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение**  
**Краснодарского края**  
**«АРМАВИРСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**Расчет режимов резания при фрезеровании**

Дисциплина : «Процессы формообразования и инструменты»

Для студентов дневного и заочного отделения специальностей

15.02.08 «Технология машиностроения»

15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств»

ОДОБРЕНО

УТВЕРЖДАЮ

цикловой методической комиссией

Зам.директора по УР

«Технология машиностроения и  
систем газоснабжения»

\_\_\_\_\_ М.М.Малахова

Протокол № \_\_\_\_\_  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023

Председатель ЦМК

\_\_\_\_\_ Т.А.Гришаева

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Процессы формообразования и инструменты» для специальностей 15.02.08 «Технология машиностроения», 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств»

Автор:

С.А.Быстрова, преподаватель профессиональных  
дисциплин ГБПОУ КК «АМТ»

Рецензенты:

И.Б.Карагидян, исполнительный директор  
ООО «СВС»  
квалификация по диплому: инженер-механикТ.А.Гришаева, преподаватель профессиональных  
дисциплин ГБПОУ КК «АМТ»

## Содержание

	Лист
Введение	3
1 Процесс фрезерования	3
2 Назначение и типы фрез	5
3 Порядок расчёта режима резания при фрезеровании	6
4 Примеры расчёта режима резания при фрезеровании аналитическим и табличным методами	12
5 Список использованных источников.	19

## Введение

Современные машиностроительные заводы обладают огромным парком разнообразных металлорежущих станков, производительность и экономическое использование которых связано, в первую очередь, с применением высокопроизводительных методов обработки металлорежущих станков, рациональных режимов резания.

Для студентов очень важно приобрести прочные навыки по расчетам режимов резания, так как эти вопросы необходимо будет решать при изучении курса «Технология машиностроения» при выполнении творческой работы и в практической деятельности технолога.

Под оптимальным /наивыгоднейшим/ режимом резания понимается такое сочетание глубины резания  $t$ , подачи  $S$  и скорости резания  $V$  (частоты вращения  $n$ ) при заданной стойкости резца  $T$ , когда наибольшая производительность и наименьшая себестоимость обработки при требуемом качестве обработанной поверхности.

Таким образом, решение задачи назначения наивыгоднейшего режима резания для конкретных условий обработки сводится к тому, чтобы при установленной стойкости резца  $T$  найти из множества сочетаний  $t$ ,  $S$  и  $V$  такое, при котором достигается наиболее полное использование режущих свойств инструмента, а также кинематических и динамических данных станка.

## 1 Процесс фрезерования.

Фрезерование является одним из наиболее распространенных методов обработки. По уровню производительности фрезерование превосходит строгание и в условиях крупносерийного производства уступает лишь наружному протягиванию. Кинематика процесса фрезерования характеризуется быстрым вращением инструмента вокруг его оси и медленным движением подачи, которое может быть прямолинейным (поступательным), вращательным или винтовым. При прямолинейном движении подачи фрезами производится обработка плоскостей, всевозможных канавок и пазов, уступов, деталей с фасонной образующей и прямолинейной направляющей. При вращательном движении подачи фрезерованием обрабатываются поверхности вращения, а при винтовом - всевозможные винтовые поверхности, например, стружечные канавки инструментов и т.п.

При фрезеровании каждый отдельный зуб фрезы за время одного полного ее оборота находится в контакте с обрабатываемой поверхностью детали лишь относительно малое время: большую часть времени зуб проходит по воздуху и при этом охлаждается, что является положительным фактором. Врезание зуба фрезы в заготовку сопровождается ударами, что осложняет работу фрезы и станка.

Из общего парка металлообрабатывающего оборудования в машиностроении удельный вес фрезерных станков составляет около 20%, а в от дельных отраслях машиностроения —до 60%. Отклонения размеров деталей после обработки фрезерованием могут находиться в пределах 7—9 квалитетов (ГОСТ 25347—82) при параметре шероховатости поверхности до  $Ra = 1,25$  мкм (ГОСТ 2789-73).

## 2 Назначение и типы фрез

*Фреза - лезвийный инструмент для обработки с вращательным главным движением резания инструмента без возможности изменения радиуса траектории этого движения и хотя бы с одним движением подачи, направление которого не совпадает с осью вращения (ГОСТ 25751—83).*

Фрезы представляют собой тела вращения с формой производящей поверхности, зависящей от формы обрабатываемой поверхности и расположения оси фрезы относительно детали. Меняя положение оси инструмента относительно обработанной поверхности, можно спроектировать различные типы фрез, предназначенных для изготовления заданной детали. При работе производящая поверхность фрезы с образованными на ней зубьями касается обрабатываемой поверхности.

Многообразие операций, выполняемых на фрезерных станках, обусловило разнообразие типов, форм и размеров фрез.

Фрезы классифицируются по характеру выполняемой работы, по конструкции и креплению зубьев, по расположению зубьев относительно оси фрезы и другим признакам. Основные типы фрез показаны на рис. 1. В настоящее время большинство конструкций фрез стандартизовано.

- *Фрезы цилиндрические* с зубьями, расположенными на поверхности цилиндра (рис. 1,а). Эти фрезы применяют на горизонтально—фрезерных станках при обработке плоскостей. Они изготавливаются с прямыми и винтовыми зубьями. Фрезы с прямыми зубьями используются лишь для обработки узких плоскостей. Фрезы с винтовыми зубьями обеспечивают более равномерную работу и обладают более высокой стойкостью по сравнению с прямозубыми. При работе цилиндрических фрез с винтовыми зубьями с углом наклона зуба  $\omega = 30—45^\circ$  возникают значительные осевые усилия. Поэтому применяют двойные фрезы, у которых винтовые режущие зубья имеют разное направление наклона. Это позволяет уравновесить осевые усилия, действующие на фрезы в процессе резания. Если применяют одну фрезу, то направление вращения и наклона винтовых зубьев выбирают такими, чтобы осевое усилие было направлено к шпинделю станка. Цилиндрические фрезы изготавливаются из быстрорежущей стали и оснащаются твердосплавными плоскими и винтовыми пластинками.

- *Фрезы торцовые* с зубьями, расположенными на торцовой поверхности цилиндра (рис. 1,б). Эти фрезы применяются при обработке плоскостей на вертикально-фрезерных станках. Ось их устанавливается перпендикулярно к плоскости обрабатываемой детали. В отличие от цилиндрических фрез, где все точки режущих кромок являются профилирующими, т.е. формируют обработанную поверхность, у торцовых фрез только вершины режущих лезвий зубьев являются профилирующими. Главную работу резания выполняют боковые режущие кромки, расположенные на наружной поверхности. Торцовые режущие кромки являются вспомогательными. Главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ\text{—}60^\circ$  и  $90^\circ$ . Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 3^\circ\text{—}5^\circ$ . В промышленности применяют цельные торцовые насадные фрезы из быстрорежущей стали (ГОСТ 9304—69); торцовые насадные фрезы со вставными ножами из быстрорежущей стали (ТУ 2.035.022.4638); торцовые насадные фрезы со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава (ГОСТ 9473—80); торцовые насадные фрезы со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава (ГОСТ 24359—80) с креплением клином; торцовые фрезы с механическим креплением круглых и многогранных пластин из твёрдого сплава различной формы (трех—, четырех—, пяти—, шестигранные) торцовые фрезы, оснащенные пластинами или вставками из композита. Торцовое фрезерование обеспечивает большую производительность, чем цилиндрическое. Поэтому в настоящее время большинство работ по фрезерованию поверхностей выполняется торцовыми фрезами.

- *Фрезы угловые* (ТУ 2—035—526—76) с зубьями, расположенными на конусе, используются при фрезеровании угловых пазов и наклонных поверхностей. *Одноугловые* фрезы имеют режущие кромки, расположенные на конической поверхности и торце. *Двухугловые* фрезы (рис. 1,в) имеют режущие кромки, расположенные на двух смежных конических поверхностях. Угловые фрезы находят широкое применение в инструментальном производстве для фрезерования стружечных канавок различных инструментов. Угловые фрезы малых размеров изготавливаются концевыми с цилиндрическим или коническим хвостовиком.

- *Дисковые трехсторонние фрезы* (рис 1,д) (ГОСТ 6469—69) имеют зубья, расположенные не только на цилиндрической поверхности, но и на обоих торцах. Главные режущие кромки располагаются на цилиндре. Боковые режущие кромки, расположенные на торцах, принимают незначительное участие в резании и являются вспомогательными. Дисковые фрезы имеют прямые и наклонные зубья. У фрез с прямыми зубьями на торцевых кромках передние углы равны нулю, что ухудшает условия их работы. Для получения положительных передних углов применяют фрезы с наклонными и разнонаправленными зубьями.

Для прорезания узких пазов и шлицев на деталях, а также разрезания материалов применяют *прорезные* и *отрезные* фрезы (ГОСТ 2679—93) диаметром 20—315 мм и шириной  $B = 0,2\text{—}6$  мм и дисковые сегментные пилы диаметром 250—2000 мм шириной  $B = 5\text{—}14,5$  мм. Для уменьшения трения по торцам предусматривается вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 30^\circ$ .

- *Дисковые фрезы пазовые* (ГОСТ 3964-69. ГОСТ 8543-71), используются при фрезеровании пазов и канавок. Эти фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности, предназначены для обработки не глубоких пазов. Фрезы по ГОСТ 8543—71 имеют затылованные зубья.

- *Концевые фрезы* (рис. 1,е) применяются для обработки глубоких пазов в корпусных деталях, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей. Их изготавливают с цилиндрическим  $\varnothing 2\text{—}28$  мм (ГОСТ 17025—71), либо с коническим  $\varnothing 25\text{—}80$  мм хвостовиком Морзе (ГОСТ 15086—69) с резьбовым отверстием для затяжного болта. У этих фрез основную работу резания выполняют главные режущие кромки, расположенные на цилиндрической поверхности, а вспомогательные торцовые режущие кромки только защищают дно канавки. Такие, фрезы, как правило, изготавливаются с винтовыми или наклонными зубьями. Угол наклона зубьев до

$\omega=30-45^\circ$ . Разновидностью концевых фрез являются *шпоночные двухзубые фрезы* (рис. 1, ж, з) (ГОСТ 9140-78). Фрезерование пазов этими фрезами осуществляется на вертикально—фрезерных станках за один проход или на шпоночно—фрезерных станках с маятниковой подачей за несколько проходов.

• *Фрезы фасонные* с зубьями, расположенными на поверхности с фасонной образующей (рис. 1, г). Форма и размеры производящей поверхности зависят от формы и размеров обрабатываемой поверхности, кинематики процесса фрезерования и расположения оси фрезы относительно детали. Фасонные фрезы широко используют как на универсальных, так и на специальных фрезерных станках. Они обеспечивают высокую производительность, потому что сложный профиль детали обрабатывается сразу по всему периметру. Фасонными фрезами обрабатывают поверхности с прямолинейной направляющей, винтовые поверхности, тела вращения, например шейки коленчатых валов, причем в данном случае процесс точения заменен на более производительный процесс фрезерования.

Находят применение также *сборные фасонные фрезы*, у которых требуемый фасонный профиль создается как огибающая кривая к совокупности простых по форме кромок отдельных ее режущих элементов.

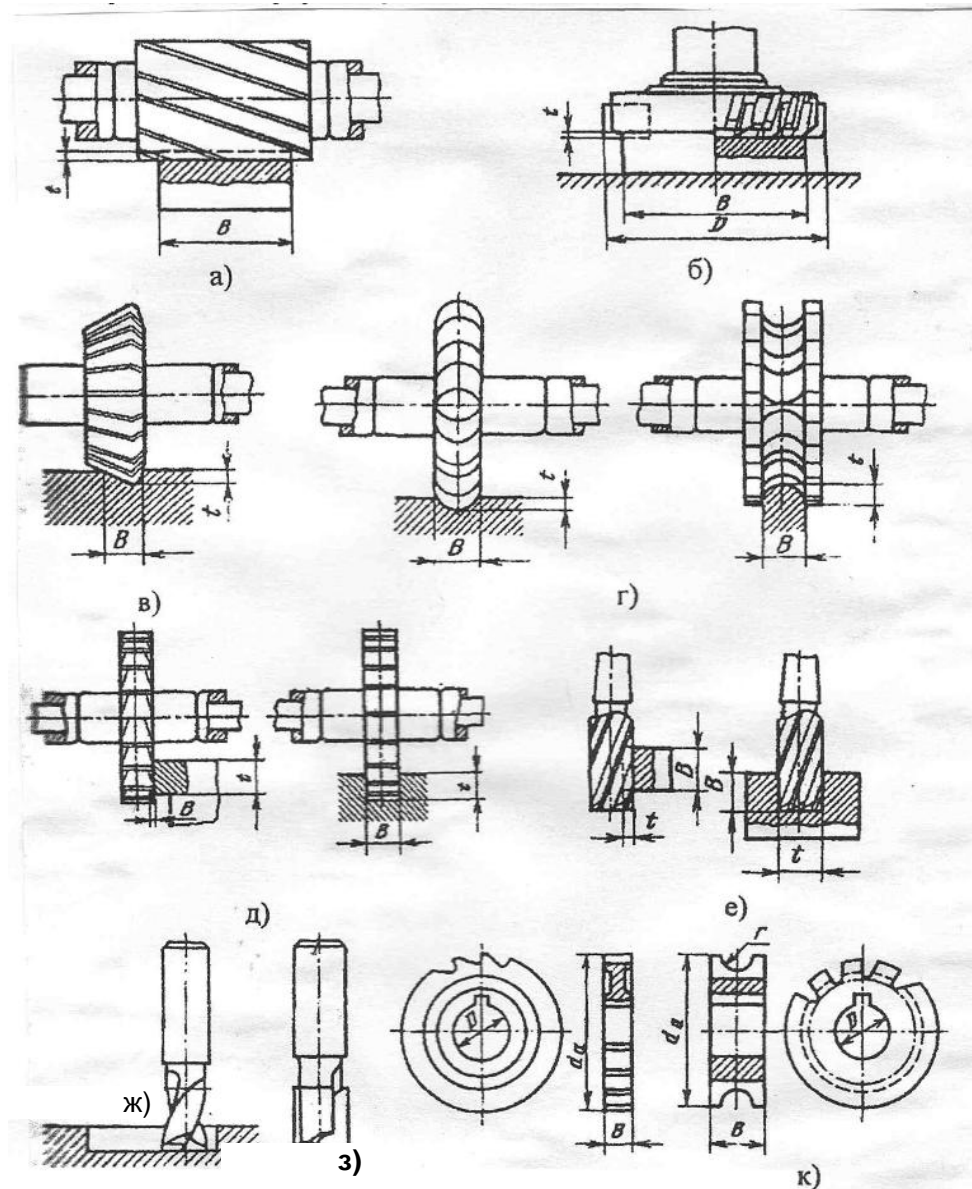


Рисунок 1. Типы фрез

### 3 Порядок расчёта режима резания при фрезеровании. Аналитический метод

#### 1 Выбор режущего инструмента

1.1 Тип инструмента выбирают в зависимости от условий обработки:

[3, с.237-246], [4, с.171-190], [9, с.368-370]

1.2 Материал режущей части:

[3, с.148,151], [4, с.115,118]

1.3 Конструктивные параметры инструмента:

[3, с.237-246], [4, с.174-190]

1.4 Геометрические параметры инструмента:

[3,с.247-250]

#### 2 Назначаем элементы режима резания:

2.1 Устанавливаем глубину резания

$t=h$ , мм

2.2 Назначаем подачу на зуб фрезы:

$S_z$ , мм/зуб при шероховатости Ra12,5 мкм [3,с.438], [4,с.283...]

$S_o$ , мм/об при шероховатости Ra6,3- Ra2 мкм [3,с.440], [4,с.285]

$$S_z = \frac{S_o}{z}, \text{ мм / зуб}$$

2.3 Период стойкости фрезы

$T$ , мин [3,с.444], [4,с. 290]

2.4 Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v, \text{ м/мин} \quad [3,с.444], [4,с.282]$$

$C_v, q, m, x, y, u, p$  –коэффициент и показатели степени [3,с.441], [4,с.286]

$D$  - диаметр инструмента, мм

$T$  - стойкость инструмента, мин.

$t$  - глубина резания, мм

$S_d$  - подача корректирования, мм/об

$K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания

$$K_v = K_m \cdot K_{II} \cdot K_{II} \quad [3,с.444], [4,с.282]$$

$K_m$  - коэффициент на обрабатываемый материал

$K_{II}$  - коэффициент на инструментальный материал

$K_{II}$  - коэффициент, учитывающий

2.5 Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка

$$n_o, \text{ об/мин} \quad [2,с.421]$$

Берем ближайшее меньше значение или большее 5%



- 2.6 Определяем действительную скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин}$$

- 2.7 Определяем скорость движения подачи (минутную подачу)

$$S_M = S_z \cdot Z \cdot n_d, \text{ мм/мин}$$

Корректируем скорость движения подачи по паспортным данным станка

$$S_{Mд}, \text{ мм/мин} \quad [2, \text{с.422}]$$

- 2.8 Определяем действительную подачу на зуб

$$S_{zδ} = \frac{S_{Mд}}{z \cdot n_d}, \text{ мм/зуб}$$

- 2.9 Определяем силу резания [3, с.444], [4, с.282]

$$P_x = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_{zd}^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n_d^w} \cdot K_p, \text{ кгс} \quad \text{или} \quad P_x = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_{zd}^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n_d^w} \cdot K_p, \text{ Н}$$

$C_p, q, m, x, y, u, w$  – коэффициент и показатели степени [3, с.445], [4, с.291]

$K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$K_p = K_M, \quad [3, \text{с.444}], [4, \text{с.290}]$$

$K_{Mp}$  – коэффициент, зависящий от материала обрабатываемой заготовки

- 2.10 Определяем мощность, затрачиваемую на резание [3, с.444], [4, с.290]

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v_d}{60 \cdot 102}, \text{ кВт} \quad \text{или} \quad N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт}$$

- 2.11 Проверяем, достаточно ли мощность привода станка

$$N_{рез} \leq N_{см}, \text{ кВт}$$

$$N_{см} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт}$$

$N_d, \eta$  – мощность двигателя и К.П.Д. станка, принимаем по паспорту станка [2, с.422]

- 3 Определяем основное время /машинное/

$$T_o = \frac{L}{S_{Mд}}, \text{ мин}$$

$L$  – путь, пройденный инструментом, мм

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм

$y$  – величина врезания инструмента, мм

$$y = \sqrt{t \cdot (D - t)}, \text{ мм} \quad \text{– для цилиндрических и дисковых фрез}$$

$$y = 0,5 \cdot \left( D - \sqrt{D^2 - B^2} \right), \text{ мм} \quad \text{– для торцовых фрез}$$

$\Delta$  – величина перебега инструмента, мм

$$\Delta = 1 \dots 5 \text{ мм}$$

## Табличный метод

## 1 Выбор режущего инструмента

1.1 Тип инструмента выбирают в зависимости от условий обработки:

[3, с.237-246],[4, с.171-190]

1.2 Материал режущей части:

[3, с.148-151], [4, с.115-118]

1.3 Конструктивные параметры инструмента:

[3, с.237-246], [4, с.174-190]

1.4 Геометрические параметры инструмента:

[3,с.247-250]

## 2 Назначаем элементы режима резания:

2.1 Устанавливаем глубину резания

$$t=h \text{ мм}$$

2.2 Назначаем подачу на зуб фрезы:

$S_z$ , мм/зуб

для торцовых [5,с.209...],

для цилиндрических [5,с.242...],

для концевых [5,с.268...],

для дисковых [5,с.303...]

2.3 Период стойкости фрезы

$T$ , мин [5,с.203]

2.4 Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы

$$v = v_{таб} \cdot k_v, \text{ м/мин}$$

для торцовых [5,с.209...]

для цилиндрических [5,с.243...]

для концевых [5,с.269...]

для дисковых [5,с.306...]

2.5 Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка

$$n_d, \text{ об/мин} [2,с.422]$$

2.6 Определяем действительную скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин}$$

2.7 Определяем скорость движения подачи (минутную подачу)

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_d, \text{ мм/мин}$$

Корректируем скорость движения подачи по паспортным данным станка

$$S_{мд}, \text{ мм/мин} [2,с.422]$$

## 2.8 Определяем действительную подачу на зуб

$$S_{z\partial} = \frac{S_{м\partial}}{Z \cdot n_{\partial}}, \text{ мм/зуб}$$

## 2.9 Определяем мощность, затрачиваемую на резание,

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N, \text{ кВт}$$

$N_{табл}$  – табличное значение мощности резания, кВт

$K_N$  - общий поправочный коэффициент на условия обработки

для торцовых [5, с.210, 214, 222, 226, 233, 230, 240],

для цилиндрических [5, с.244, 246, 252, 250, 263, 267],

для концевых [5, с.270, 278, 281, 284, 288, 292],

для дисковых [5, с.295, 334]

## 2.10 Проверяем, достаточно ли мощность привода станка:

$$N_{рез} \leq N_{ст}$$

$$N_{ст} = N_{\partial} \cdot \eta, \text{ кВт}$$

$N_{\partial}, \eta$  – мощность двигателя и К.П.Д. станка, принимаем по паспорту станка [2, с.422]

## 3 Определяем основное время /машинное/

$$T_o = \frac{L}{S_{м\partial}} = \frac{l + y + \Delta}{S_{м\partial}}, \text{ мин}$$

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм

$y + \Delta$ , мм [5, с.377, 378]

#### 4.П Р И М Е Р Ы

##### расчёта режима резания при фрезеровании аналитическим и табличным методами.

#### П Р И М Е Р №1

Тема: «Аналитический расчёт режима резания при фрезеровании»

Цель: «Научиться пользоваться справочной литературой»

#### Задача №1

На вертикально- фрезерном станке мод. 6Т13 производится торцовое фрезерование плоской поверхности шириной  $B=60$  мм и длиной  $l=150$  мм, припуск на обработку  $h=1,5$  мм. Материал заготовки – сталь 40,  $\sigma_B = 650$  МПа ( $\approx 65$  кгс/мм<sup>2</sup>).

Вид заготовки – поковка.

Обработка и параметр шероховатости – чистовая,  $Ra_{3,2}$  мкм.

Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания, определить основное время, выполнить эскиз обработки.

#### РЕШЕНИЕ:

##### 1 Выбор режущего инструмента

1.1 Тип инструмента: фреза торцовая насадная из быстрорежущей стали [3,с.244]

1.2 Материал режущей части: Р6М5 [3,с.148]

1.3 Конструктивные параметры инструмента:

$$D = (1,2 \dots 1,6)B = (1,2 \dots 1,6) \cdot 60 = 72 \dots 96 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем: } D=80 \text{ мм, } L=45 \text{ мм, } d=32 \text{ мм, } Z=16 \quad [3,с.244]$$

1.4 Геометрические параметры инструмента:

$$\alpha_T = 16^\circ, \alpha_{\text{ц}} = 8^\circ, \gamma = 15^\circ, \omega = 30^\circ \quad [3,с.248, 249]$$

##### 2 Назначаем элементы режима резания:

2.1 Глубина резания

$$t = h = 1,5 \text{ мм}$$

2.2 Назначаем подачу на зуб фрезы:

$$S_0 = 0,5 \dots 1,2 \text{ мм/об} \quad [3,с.440]$$

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{0,5}{16} \div \frac{1,2}{16} = 0,03 \div 0,075, \text{ мм/зуб}$$

$$\text{Принимаем } S_z = 0,07 \text{ мм/зуб}$$

2.3 Период стойкости фрезы

$$T = 180 \text{ мин} \quad [3,с.444]$$

2.4 Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v = \frac{64,7 \cdot 80^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 1,5^{0,1} \cdot 0,07^{0,2} \cdot 60^{0,15} \cdot 16^{0,1}} \cdot 1,1 = 52,7 \text{ м/мин}$$

$$C_v = 64,7; q = 0,25; m = 0,2; x = 0,1; y = 0,2; u = 0,15; p = 0,1 \quad [3,с.441]$$

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{П_v} \cdot K_{И_v} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_{M_v} = C_M \left( \frac{75}{\sigma_6} \right)^n = \left( \frac{75}{65} \right)^{0,9} = 1,1 \quad [3, \text{с.424}]$$

$$K_{Пв} = 1 \quad [3, \text{с.426}]$$

$$K_{Ив} = 1 \quad [4, \text{с.263}]$$

2.5 Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 52,7}{3,14 \cdot 80} = 209,8 \text{ об/мин}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка

$$n_{\partial} = 200 \text{ об/мин} \quad [2, \text{с.422}]$$

2.6 Действительная скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 200}{1000} = 50,24 \text{ м/мин}$$

2.7 Определяем скорость движения подачи (минутную подачу)

$$S_M = S_z \cdot Z \cdot n_d = 0,07 \cdot 16 \cdot 200 = 224 \text{ мм/мин}$$

Корректируем скорость движения подачи по паспортным данным станка мод. 6Т12

$$S_{мд} = 200 \text{ мм/мин} \quad [2, \text{с.422}]$$

2.8 Определяем действительную подачу на зуб

$$S_{z\partial} = \frac{S_{мд}}{z \cdot n_{\partial}} = \frac{200}{16 \cdot 200} = 0,06 \text{ мм/зуб}$$

2.9 Определяем силу резания [3, с.444], [4, с.282]

$$P_x = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_{zd}^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n_d^w} \cdot K_p = \frac{82,2 \cdot 1,5^{0,95} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 60^{0,8} \cdot 16}{80^{1,1} \cdot 200^0} \cdot 0,96 = 41,3 \text{ кЗс}$$

$$C_p = 82,2; q = 1,1; x = 0,95; y = 0,8; u = 1,1; w = 0 \quad [3, \text{с.445}]$$

$$K_p = K_M = \left( \frac{\sigma_6}{75} \right)^n = \left( \frac{65}{75} \right)^{0,3} = 0,96 \quad [3, \text{с.430}]$$

2.10 Определяем мощность, затрачиваемую на резание

$$[3, \text{с.444}], [4, \text{с.290}]$$

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v_{\partial}}{60 \cdot 102} = \frac{41,3 \cdot 50,24}{60 \cdot 102} = 0,34 \text{ кВт}$$

2.11 Проверяем, достаточна ли мощность привода станка

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{\partial} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт}$$

$$N_{\partial} = 7,5 \text{ кВт}, \quad \eta = 0,8 \quad [2, \text{с.422}]$$

0,34 < 6, т. е. обработка возможна

3 Определяем основное время

$$T_o = \frac{L}{S_{мд}} = \frac{168,5}{200} = 0,84 \text{ мин}$$

$$L = l + y + \Delta = 150 + 13,5 + 5 = 168,5 \text{ мм}$$

$l = 150 \text{ мм}$  – из условия задачи

$$y = 0,5 \cdot \left( D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,5 \cdot \left( 80 - \sqrt{80^2 - 60^2} \right) = 13,5 \text{ мм}$$

$\Delta = 3 \dots 5$ , принимаем  $\Delta = 5 \text{ мм}$

#### 4 Эскиз обработки

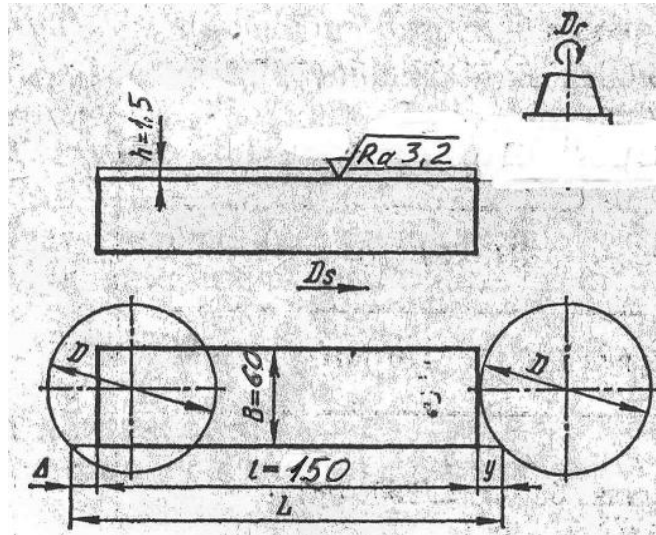


Рисунок 2. Эскиз обработки

## П Р И М Е Р №2

Тема: «Табличный расчёт режима резания при фрезеровании»

Цель: «Научиться пользоваться справочной литературой»

## Задача №2

На горизонтально- фрезерном станке мод. 6Т82Г производится цилиндрическое фрезерование плоской поверхности шириной  $B=75$  мм и длиной  $l=300$  мм, припуск на обработку  $h=3$  мм.

Материал заготовки – сталь 40Х,  $\sigma_b = 680$  МПа ( $\approx 68$  кгс/мм<sup>2</sup>).

Вид заготовки – поковка.

Характер обработки – черновая.

Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания, определить основное время, выполнить эскиз обработки.

## РЕШЕНИЕ:

## 1 Выбор режущего инструмента

1.1 Тип инструмента: фреза цилиндрическая цельная с крупным зубом [3,с.237]

1.2 Материал режущей части: Р6М5 [3,с.148]

1.3 Конструктивные параметры инструмента:

$$L = B + (5 \dots 10) = 75 + (5 \dots 10) = 80 \dots 90 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем: } L=80 \text{ мм, } d=32 \text{ мм, } D=80 \text{ мм, } Z=10 \quad [3,с.237]$$

1.4 Геометрические параметры инструмента:

$$\alpha = 12^\circ, \gamma = 15^\circ, \omega = 40^\circ \quad [3,с.237, 249]$$

## 2 Назначаем режим резания:

2.1 Устанавливаем глубину резания

$$t = h = 3 \text{ мм}$$

2.2 Назначаем подачу на зуб фрезы:

$$S_o = 0,12 \dots 0,2 \text{ мм/зуб} \quad [5,с.247]$$

$$\text{Принимаем } S_z = 0,2 \text{ мм/зуб}$$

2.3 Период стойкости фрезы

$$T = 180 \text{ мин} \quad [3,с.444]$$

2.4 Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы

$$v = v_{таб} \cdot k_v = 37 \cdot 0,68 = 25,2 \text{ м/мин}$$

$$v_{табл} = 37 \text{ м/мин} \quad [5,с.248]$$

$$K_v = K_n \cdot K_b \cdot K_m = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,68 \quad [5,с.249, 231]$$

2.5 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25,2}{3,14 \cdot 80} = 100,3 \text{ об/мин}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка 6Т82Г:

$$n_o = 100 \text{ об/мин} \quad [2,с.426]$$

2.6 Определяем действительную скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\partial}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 100}{1000} = 25,1 \text{ м/мин}$$

2.7 Определяем скорость движения подачи (минутную подачу)

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_\partial = 0,2 \cdot 10 \cdot 100 = 200 \text{ мм/мин}$$

Корректируем скорость движения подачи по паспортным данным станка мод. 6Т82Г:

$$S_{м\partial} = 200 \text{ мм/мин}$$

[2, с.426]

2.8 Определяем действительную подачу на зуб

$$S_{z\partial} = \frac{S_{м\partial}}{Z \cdot n_\partial} = \frac{200}{10 \cdot 100} = 0,2 \text{ мм/зуб}$$

2.9 Определяем мощность, затрачиваемую на резание,

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N = 3,8 \cdot 1 = 3,8 \text{ кВт}$$

[5, с.252]

$$N_{табл} = 3,8 \text{ кВт}$$

$$K_N = 1$$

2.10 Проверяем, достаточно ли мощность привода станка:

$$N_{рез} \leq N_{ст}$$

$$N_{ст} = N_\partial \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт}$$

$$N_\partial = 7,5 \text{ кВт}; \quad \eta = 0,8$$

[2, с.426]

$$3,8 < 6, \text{ т.е. обработка возможна}$$

3 Определяем основное время /машинное/

$$T_o = \frac{L}{S_{м\partial}} = \frac{l + y + \Delta}{S_{м\partial}} = \frac{300 + 18}{200} = 1,59 \text{ мин}$$

$$l = 300 \text{ мм} - \text{из условия задачи}$$

$$y + \Delta = 18 \text{ мм}$$

[2, с.377]

4 Выполняем эскиз обработки

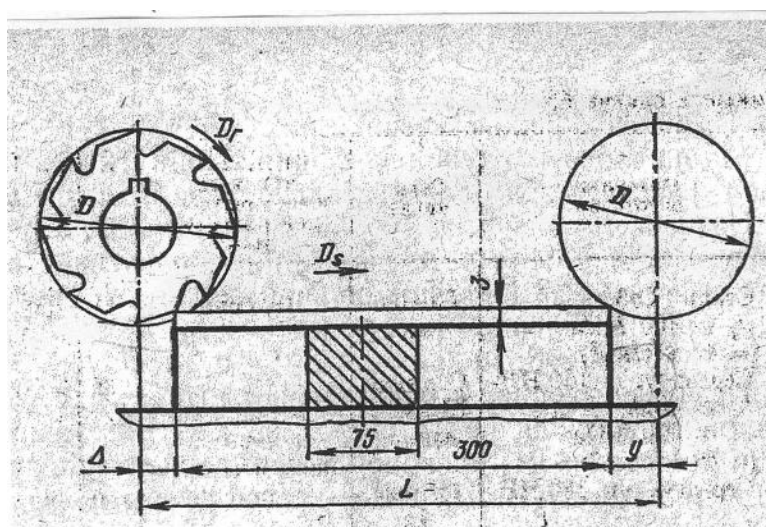


Рисунок 1. Эскиз обработки



## 5.Список использованных источников.

- 1 Г. В. Бородовский, С. Г. Григорьев, А. Р. Маслов Справочник инструментальщика /под общей редакцией А. Р. Маслова/ 2-е изд., испр.-М.: Машиностроение, 2007. – 464с.
- 2 Н. А. Нефёдов, К. А. Осипов «Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту» - 5-е изд., перепаб. и доп. –М. : Машиностроение, 2000 – 448с.
- 3 Справочник технолога – машиностроителя: Справочник: в 2т. -3-е изд., / Под ред. д-ра техн. наук проф. А. Н. Малова/. –М. : Машиностроение, 1973, -Т.2 – 568с.
- 4 Справочник технолога – машиностроителя: Справочник: в 2т. -4-е изд., / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. –М. : Машиностроение, 1986, -Т.2 – 496с.
- 5 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках: Справочник: Часть 1. 2-е. изд. – М. : Машиностроение, 1974. – 416с.