

СГАУ : 6(у)  
17991

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА**

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПИРАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФРЕЗ**

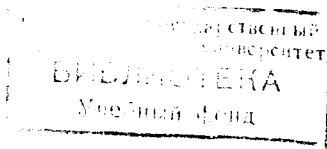
**САМАРА 2001**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПИРАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФРЕЗ

Методические указания к курсовой работе



САМАРА 2001 (2005)

Составитель *А.Н. Волков*

УДК 621.914

**Проектирование спиральных цилиндрических фрез:** Метод. указания к курсовой работе /Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Составитель *А.Н. Волков*. Самара, 2001. 16 с.

Рассмотрены выбор и расчет основных конструктивных элементов спиральных цилиндрических фрез. Приведены необходимые справочные материалы, методика определения параметров фрез, технические требования и пример оформления рабочего чертежа фрезы, алгоритм расчета цилиндрических фрез на ПЭВМ.

Предназначены для студентов специальности 13.02.00. Подготовлены на кафедре механической обработки материалов.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева.

Рецензент: *А. В. Т а р а с о в*

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $D$  - наружный диаметр фрезы, мм;  
 $D_0$  - посадочный диаметр фрезы, мм;  
 $Z$  - число зубьев фрезы;  
 $B$  - ширина фрезерования, мм;  
 $t$  - глубина фрезерования, мм;  
 $S_z$  - подача на зуб, мм/зуб;  
 $R_z, R_a$  - параметры шероховатости, мкм;  
 $\delta$  - прогиб фрезерной оправки, мм;  
 $l$  - длина оправки между шпинделем и серьгой, мм;  
 $\omega$  - угол спирали зубьев, град.;  
 $\varepsilon$  - центральный угол между зубьями, град.;  
 $\psi$  - угол контакта фрезы с заготовкой, град.;  
 $P_0$  - окружной шаг зубьев фрезы, мм;  
 $L$  - длина фрезы, мм;  
 $a_z$  - толщина среза, мм;  
 $P_n$  - нормальный шаг зубьев фрезы, мм;  
 $P_s$  - осевой шаг зубьев фрезы, мм;  
 $\gamma, \alpha_n$  - передний и задний углы в плоскости, перпендикулярной направлению зуба фрезы, град.;  
 $\gamma_r, \alpha$  - передний и задний углы в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы, град.;  
 $v$  - скорость резания, м/мин;  
 $T$  - стойкость фрезы, мин;  
 $\eta$  - угол между передней поверхностью и спинкой зуба, град.;  
 $\theta$  - угол канавки, град.;  
 $f$  - ленточка на задней поверхности, мм;  
 $h$  - высота зуба, мм;  
 $r$  - радиус закругления дна канавки, мм;  
 $R, R_1, R_2$  - радиусы спинки зуба, мм;  
 $f_1$  - длина первой хорды на спинке зуба, мм;  
 $n$  - частота вращения фрезы, мм;  
 $S_M$  - минутная подача, мм/мин;  
 $N$  - мощность резания, кВт;  
 $P_z$  - главная составляющая силы резания, Н;  
 $M$  - момент резания, Нм;  
 $T_m$  - машинное время обработки, мин;  
 $K_m$  - коэффициент использования инструмента;  
 $K_c$  - коэффициент использования станка;  
 $l_0$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;  
 $l_1$  - длина врезания, мм.

# 1. ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ СПИРАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФРЕЗЫ

Спиральные цилиндрические фрезы предназначены для обработки плоских поверхностей с шириной фрезерования  $B \leq 150$  мм на горизонтально-фрезерных станках. Глубина резания  $t$  зависит от величины заданного припуска и шероховатости обработанной поверхности. Обычно  $t = 2-10$  мм. Наиболее рациональной является обработка за один проход.

Цельные цилиндрические фрезы из быстрорежущей стали применяют для фрезерования материалов с пределом прочности  $\sigma_b \leq 1000$  МПа и твердостью  $HRC_3 \leq 30$ .

Фрезерование высокопрочных сталей, жаропрочных литейных и титановых сплавов рекомендуется выполнять фрезами, оснащенными пластинами из твердых сплавов.

Стандартные цилиндрические фрезы изготавливают из быстрорежущих сталей по ГОСТ 29092-91 двух исполнений:

- 1 - с мелким зубом (для чистового фрезерования);
- 2 - с крупным зубом (для чернового фрезерования).

Чистовое фрезерование обеспечивает получение шероховатости обработанной поверхности  $R_z \leq 40$  мкм при глубине резания  $t = 1-4$  мм. Черновое фрезерование назначают при  $R_z > 40$  мкм и глубинах резания  $t = 5-10$  мм.

На основании анализа чертежа детали определяют номер группы обрабатываемого материала [1], выбирают марку быстрорежущей стали или твердого сплава, назначают передний  $\gamma$  и задний  $\alpha$  углы, ширину  $B$  и глубину  $t$  фрезерования, шероховатость обработанной поверхности  $R_z$  ( $R_a$ ), модель фрезерного станка, расстояние  $\ell$  оправки между шпинделем и серьгой ( $\ell = 250-350$  мм), допустимую величину прогиба  $\delta$  фрезерной оправки ( $\delta = 0,2$  мм при чистовом и  $\delta = 0,4$  мм при черновом фрезеровании).

## 2. РАСЧЕТ ЦЕЛЬНЫХ ФРЕЗ

### 2.1. Основные конструктивные параметры

Наружный диаметр цилиндрических фрез определяют по формуле [2]:

$$D = 0,2B^{0,26} t^{0,09} S_{za}^{0,06} \rho^{0,78} \delta^{-0,26}. \quad (1)$$

В эту формулу подставляют приближенное значение подачи:  $S_{za}=0,3$  для черного фрезерования;  $S_{za}=0,15$  для чистового фрезерования.

Полученное значение округляют до ближайшей стандартной величины из ряда 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160.

Диаметр цилиндрических фрез также может выбираться в зависимости от ширины и глубины фрезерования [1, табл.1].

Определяют диаметр посадочного отверстия  $D_0$  (табл.1). Примерное соотношение  $D/D_0$  составляет 2,5.

Таблица 1

*Посадочные диаметры фрез*

$D$ , мм	40	50	63	80	100	125	160
$D_0$ , мм	16	22	27	32	40	40	50

Рассчитывают число зубьев фрезы [3]. Для черного фрезерования:

$$Z = \frac{0,2D}{(t \cdot S_{za})^{0,5}}. \quad (2)$$

Для чистовой обработки

$$Z = \frac{\pi D}{4ie}, \quad (3)$$

где  $i$  - число переточек фрезы;  $i=15-20$ ;

$e=0,15-0,25$  мм - толщина слоя, снимаемого за одну переточку.

Расчетное значение округляют до целого четного числа [1, табл.10].

ГОСТ 29092-91 устанавливает следующее соотношение диаметра и числа зубьев для двух исполнений фрез (табл.2).

Таблица 2

*Соотношение диаметра и числа зубьев фрез*

$D$	50	63	80	100	125	160
$Z$ исп. 1	12	14	16	18	20	24
$Z$ исп. 2	6	8	10	12	14	18

Число зубьев фрезы можно найти также по формуле [4]:

$$Z = K\sqrt{D}, \quad (4)$$

где  $K=1,7-1,8$  для мелкозубых фрез;

$K=1-1,2$  для фрез с крупными зубьями.

Находят угол спирали фрезы из условия обеспечения равномерности фрезерования:

$$\omega = \operatorname{arctg} \frac{c\pi D}{BZ}, \quad (5)$$

где  $c=1,2,3$ - целое число. Сначала принимают  $c=1$ . Если в результате расчета угол спирали получился  $\omega < 20^\circ$ , то принимают  $c=2$  и повторяют расчет. Рекомендуемое значение угла наклона стружечных канавок составляет  $\omega=30-35^\circ$  для фрез с мелким зубом и  $\omega=40-45^\circ$  для фрез с крупным зубом.

Направление спирали  $\omega$  выбирают таким образом, чтобы осевая составляющая силы резания была направлена к шпинделю станка. Например, праворежущие фрезы (вращение шпинделя против часовой стрелки) должны иметь левое направление спирали зубьев.

Определяют другие конструктивные и технологические параметры:

центральный угол между зубьями

$$\varepsilon = \frac{360^\circ}{z}; \quad (6)$$

окружной шаг зубьев

$$P_0 = \frac{\pi D}{z}; \quad (7)$$

осевой шаг зубьев

$$P_s = \frac{P_0}{\operatorname{tg}\omega}; \quad (8)$$

нормальный шаг зубьев

$$P_n = P_0 \cos\omega; \quad (9)$$

угол контакта фрезы с заготовкой

$$\psi = \arccos \left( 1 - \frac{2t}{D} \right); \quad (10)$$

число одновременно работающих зубьев

$$Z_0 = \frac{\psi z}{360} + \frac{BZ \operatorname{tg} \omega}{\pi D}, \quad (11)$$

которое рекомендуется  $Z_0 \geq 3$ ;  
стойкость фрезы

$$T = 0,625 D^{1,3}, \quad (12)$$

которая может находиться в пределах  $T = 60-180$  мин; расчетное значение округляют до величины, кратной 10;  
длину фрезы

$$L = B + 10; \quad (13)$$

передний угол в плоскости, перпендикулярной оси фрезы (торцовой плоскости)

$$\gamma_T = \arctg(\operatorname{tg} \gamma / \cos \omega); \quad (14)$$

максимальную толщину среза

$$\alpha_{z \max} = S_z \sin \psi; \quad (15)$$

задний угол  $\alpha$

$$\alpha = \arcsin(0,13 / \alpha_{z \max}^{0,3}); \quad (16)$$

задний угол в плоскости, перпендикулярной направлению зубьев (нормальном сечении)

$$\alpha_n = \arctg(\operatorname{tg} \alpha / \cos \omega). \quad (17)$$

## 2.2. Определение величины подачи и скорости резания

Принятое в начале расчета приближенное значение подачи теперь надо уточнить в зависимости от марки обрабатываемого и инструментального материалов, жесткости упругой системы инструмента и других параметров. Расчетные формулы имеют вид

$$S_z = \frac{C_s \cdot D^\mu K_s}{t^p B^w} \quad (18)$$

или

$$S_z = S_{zT} K_s. \quad (19)$$

Необходимые справочные материалы приведены в [1]. Выбор формулы зависит от группы обрабатываемого материала.

Скорость резания определяют по формулам вида



$$v = \frac{C_v D^g}{T^m B^l t^x S_z^y Z^u} \quad (20)$$

или

$$v = v_T K_v \quad (21)$$

Табличные значения скорости резания, коэффициенты и показатели степеней могут быть приняты по данным [1]. Выбор формулы также определяется имеющимися сведениями по различным группам обрабатываемых материалов. В дополнение к приведенным в работе [1] материалам можно рекомендовать для обработки сплавов группы I скорости резания  $v=150-200$  м/мин, для сплавов группы III  $v=25-50$  м/мин [3].

### 2.3. Форма и размеры зубьев и канавок фрез

Различают три основные формы зубьев фрез (рис.1): трапеце-

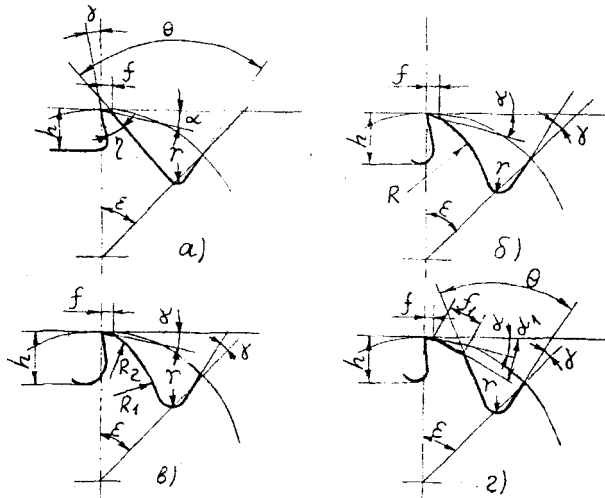


Рис. 1. Формы зубьев и канавок цилиндрических фрез

идальную (а), криволинейную (б, в) и двухугловую(г). Трапецидальная форма применяется для мелкозубых фрез, когда  $tS_z < 1$ ; криволинейная и двухугловая формы назначаются для крупнозубых фрез при  $tS_z \geq 1$ .

Параметры зубьев трапецеидальной формы обычно выбирают в следующих пределах:

угол между передней поверхностью и спинкой зуба  $\eta = 47-52^\circ$ ;

угол канавки  $\theta$ , измеряемый в плоскости, перпендикулярной направлению спирали зуба фрезы

$$\theta = \eta + \varepsilon_i, \quad (22)$$

где  $\varepsilon_i$  - центральный угол, соответствующий некоторому приведенному числу зубьев  $z_i$ .

$$z_i = z / \cos^3 \omega; \varepsilon_i = 360 / z_i; \quad (23)$$

ленточка при вершине зубьев, определяющая задний угол  $\alpha$ ,  
 $f=0,6-1\text{мм}$ ;

высота зубьев фрезы

$$h = (0,5 - 0,65)P_0; \quad (24)$$

несколько иные значения высоты рекомендуются в работе [6]:

$$h = \xi D / z, \quad (25)$$

где  $\xi = 0,8 - 0,9$ ;

радиус закругления дна впадины

$$r = 2\sqrt{tS_z}; \quad (26)$$

обычно принимают  $r=1-4\text{мм}$ .

Для криволинейной формы зуба применение параболической спинки зуба обеспечивает равнопрочность на изгиб, но на практике профиль делают с радиусом  $R$ :

$$R = (0,3-0,45)D \quad (27)$$

либо с двумя радиусами [6]

$$R_1 = 0,5h \text{ и } R_2 = 2h. \quad (28)$$

Высота зуба принимается

$$h = (1,2 - 1,5) \frac{D}{z} \quad (29)$$

либо [2]

$$h = (0,3 - 0,45)P_0, \quad (30)$$

что практически одно и то же.

Радиус закругления дна впадины

$$r = (0,4 - 0,75)h. \quad (31)$$

Двухугольная форма зуба применяется вместо криволинейной.

Профиль спинки зуба близок к параболе. Формообразование задней поверхности ведут по хордам окружности двумя угловыми фрезами. Угол канавки  $\theta=60-65^\circ$ . Параметры  $R, h, r, f$  принимают по формулам для криволинейной формы. Угол наклона среза спинки  $\alpha_1=20-30^\circ$ . Длина первой хорды

$$f_1 = (0,3 - 0,4) \frac{2\pi R_i}{z_i}, \quad (32)$$

где

$$R_i = \frac{D}{2 \cos^2 \omega}. \quad (33)$$

Также можно считать

$$f_1 = (0,3 - 0,4) P_s. \quad (34)$$

Окончательно размеры зуба и канавки уточняются в процессе их вычерчивания в увеличенном масштабе.

Для фрез с крупными зубьями рекомендуется неравномерное расположение зубьев по окружности. Величина центральных углов для фрез с разными числами зубьев приведена в табл. 3.

Таблица 3

*Центральные углы фрез с крупными зубьями, град.*

z	6	8	10	12	14	18
$\epsilon^\circ$	57; 63	42; 48	33; 39	27; 33	22,7; 28,7	23; 17

### 3. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Частота вращения шпинделя фрезерного станка

$$n \leq \frac{1000v}{\pi D} \left( \text{мин}^{-1} \right). \quad (35)$$

По паспортным данным станка принимают равную или ближайшую меньшую

$$n_c \leq n.$$

Определяют действительную скорость резания

$$v_d = \frac{\pi D n_c}{1000} \text{ (м/мин)}. \quad (36)$$

Рассчитывают минутную подачу

$$S_M = S_Z z n_c \text{ (мм / мин)}. \quad (37)$$

По паспортным данным станка принимают равную или ближайшую меньшую

$$S_{mc} \leq S_M.$$

Определяют действительную подачу на зуб

$$S_{zd} = \frac{S_{mc}}{z} \text{ (мм / зуб)}. \quad (38)$$

Мощность, затрачиваемая на процесс резания

$$N = C_N 10^{-5} D^{0,14} t^{0,86} B S_{zd}^{0,73} z n_c K_N \text{ (кВт)}, \quad (39)$$

где  $C_N = 3,5$ ;  $K_N = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,3}$ .

Полученное расчетом значение мощности резания сопоставляют с эффективной мощностью станка

$$N_c = N \lambda \text{ (кВт)}, \quad (40)$$

где  $N_\lambda$  - мощность электродвигателя станка;

$\lambda$  - коэффициент полезного действия.

Обычно принимают  $\lambda=0,7$ .

Необходимо, чтобы выполнялось условие

$$N \leq N_c.$$

В противном случае выбирают более мощный станок или снижают параметры режима резания. При этом в первую очередь уменьшают частоту вращения шпинделя станка.

Находят средние значения главной составляющей силы резания  $P_z$  и крутящего момента  $M$ :

$$P_z = \frac{C_p 10^4 N}{v_d} \text{ (Н)}, \quad (41)$$

где  $C_p=6$ ;

$$M = \frac{P_z D}{2000} \text{ (Нм)}. \quad (42)$$

Машинное время обработки за один проход

$$T_M = \frac{L_s}{S_{mc}} \text{ (мин)}, \quad (43)$$

где  $L_s = \ell_1 + \ell_0 + \ell_2$ ;

$$\ell_1 - \text{длина врезания}; \quad \ell_1 = \sqrt{t(D-t)}; \quad (44)$$

$\ell_0$ - длина обрабатываемой поверхности;

$\ell_2$ - длина перебега;  $\ell_2=1-3\text{мм}$  .

Коэффициент использования инструмента

$$K_{и} = S_{зд} n_c / S_z n; \quad (45)$$

коэффициент использования станка

$$K_c = N / N_c . \quad (46)$$

#### 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ФРЕЗЫ

Чертеж фрезы включает два вида фрезы и увеличенный профиль зуба в нормальном сечении. Конструктивные размеры фрезы указывают со следующими допусками:

наружный диаметр  $D - j_5 16$ ;

посадочный диаметр  $D_0 - H7$  ;

длина фрезы  $L - j_5 16$  ;

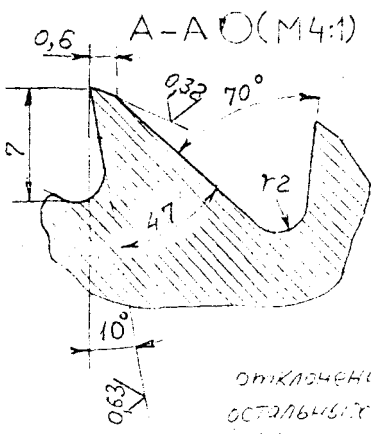
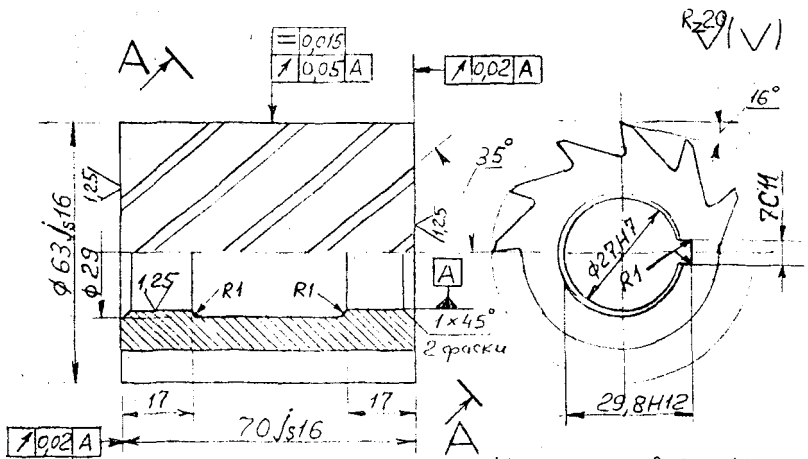
ширина шпоночного паза  $C11$  ;

глубина шпоночного паза  $t'_1 - H12$  .

Отклонения формы и расположения поверхностей не должны превышать следующих величин:

- допуск радиального биения режущих кромок относительно оси посадочного отверстия не более 0,06 мм;
- допуск биения опорных торцов относительно поверхности посадочного отверстия не более 0,02 мм;
- допуск конусообразности по наружному диаметру фрез:
  - длиной до 50мм - 0,01 мм;
  - длиной более 50мм - 0,015мм.

В технических требованиях также должны быть указаны инструментальный материал, твердость рабочей части фрез из быстрорежущей стали 63-66HRC<sub>3</sub>, шероховатость передней и задней поверхностей не более  $R_a=0,63$ , шероховатость посадочного отверстия и опорных торцов не более  $R_a=1.25$ , маркировка фрезы на торце: товарный знак предприятия-изготовителя, обозначение



1. Число зубьев  $Z=12$
2. Твердость реж части 64...66 HRC<sub>э</sub>
3. Шаг спирали  $H=282,6$  мм, спираль левая
4. Размеры шпоночного паза по ГОСТ 9472-83
5. Технические условия по ГОСТ 29092-91

6. Неуказанные предельные отклонения отверстий H14, валов h14, остальных размеров  $\pm IT14$

7. Маркировка: МИЗ-0312-63-Р9К5

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разр.				
Провер.				
Черт.				
Принял				
Н.конт.				
Утв.				

Курсовая работа		
Фреза цилиндрическая	Лист	Масштаб
	У	1:1
Р9К5 ГОСТ 19265-73	Лист	Листов
		СГАУ гр. 2307

Рис.2. Рабочий чертеж цельной спиральной цилиндрической фрезы

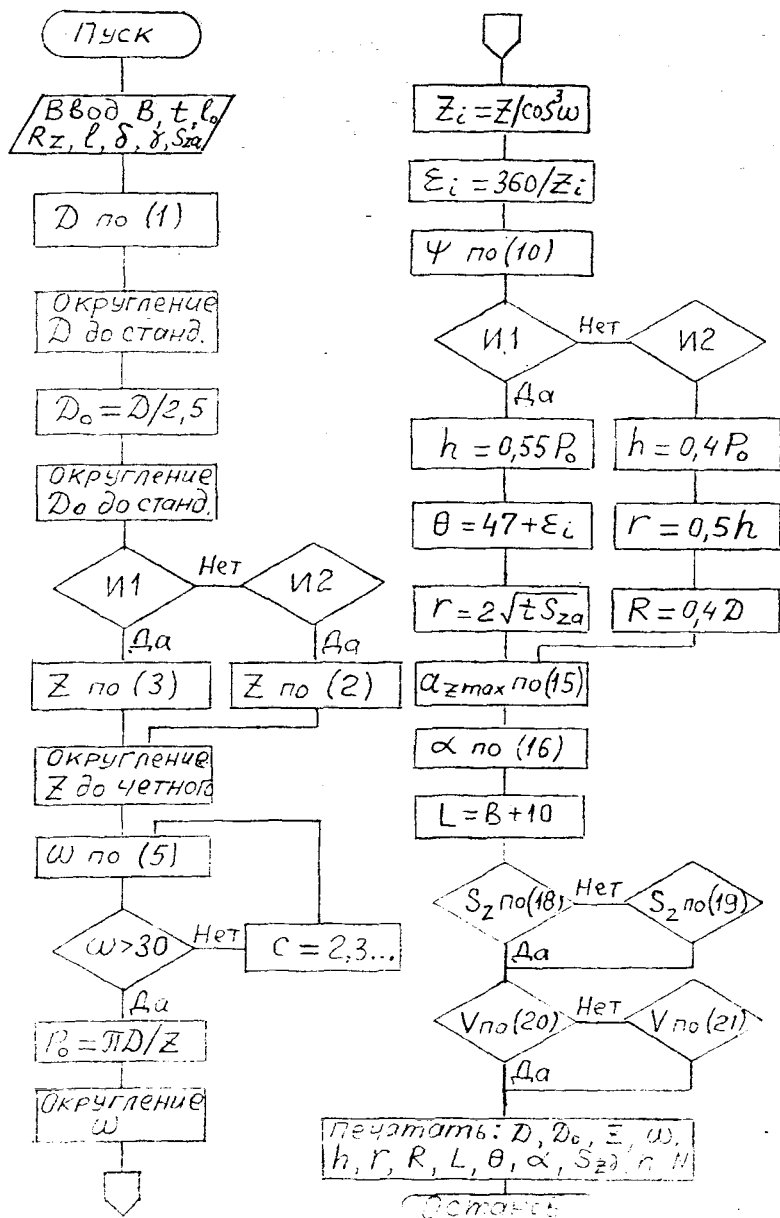


Рис.3. Алгоритм расчета на ПЭВМ цельных цилиндрических фрез

фрезы, диаметр, марка инструментальной стали (♦-4123-80-Р9К5). Пример выполнения рабочего чертежа цельной спиральной цилиндрической фрезы приведен на рис.2.

## 5. РАСЧЕТ ЦЕЛЬНЫХ СПИРАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФРЕЗ НА ПЭВМ

Расчет параметров фрез и режимов резания на ПЭВМ проводится в порядке, изложенном выше. Блок-схема расчета приведена на рис.3. Расчет ведется в диалоговом режиме. По запросу машины пользователь должен вводить необходимые справочные материалы. На основании изучения чертежа обрабатываемой детали выбирают исполнение фрезы: И1- с мелким зубом, И2- с крупным зубом (рис.3). Все необходимые для расчета справочные данные приведены выше или имеются в работе [1]. Посадочные диаметры принимают по табл.1, число зубьев - по табл.2. Угол спирали округляют до 35° для фрез И1 и до 45° - для фрез исполнения И2. До выхода на ПЭВМ должны быть определены следующие параметры, коэффициенты и показатели степеней в соответствии с обозначениями, принятыми в данных методических указаниях:  $B=B$ ;  $t=T$ ;  $\ell_0$ ;  $\ell$ ;  $\delta$ ;  $\gamma$ ;  $S_{Za}$ ;  $C_s$ ;  $\mu$ ;  $K_s$ ;  $P$ ;  $W$ ; ( $S_{zT}$ ,  $K_s$  - при расчете по формуле 19),  $C_v$ ;  $g$ ;  $m$ ;  $r$ ;  $x$ ;  $y$ ;  $u$ ; ( $S_T$ ,  $K_v$  - в случае применения формулы 21), а также мощность главного электродвигателя, частоты вращения шпинделя и минутные подачи фрезерного станка.

При составлении программы расчета применены следующие обозначения:

$B=B$ ;  $t=T$ ;  $\ell_0=L0$ ;  $R_z=R$ ;  $\ell_0=L1$ ;  $\delta=A$ ;  $\gamma=G$ ;  $S_{Za}=S1$ ;  $D=D$ ;  $D_0=D0$ ;  $Z=Z$ ;  $i=I$ ;  $e=E$ ;  $k=K$ ;  $\omega=A1$ ;  $c=C$ ;  $\varepsilon=E1$ ;  $P_0=P0$ ;  $P_s=P1$ ;  $P_n=P2$ ;  $\psi=A2$ ;  $Z_0=Z0$ ;  $T=T1$ ;  $L=L2$ ;  $\gamma_T=G1$ ;  $\alpha_{zmax}=A3$ ;  $\alpha=A4$ ;  $\alpha_n=A5$ ;  $S_z=S2$ ;  $C_s=C1$ ;  $\mu=M1$ ;  $K_s=K1$ ;  $p=P$ ;  $w=W$ ;  $S_{zT}=S3$ ;  $C_v=C2$ ;  $q=Q$ ;  $m=M$ ;  $r=R1$ ;  $x=X$ ;  $y=Y$ ;  $u=U$ ;  $v_1=V$ ;  $K_v=K2$ ;  $\eta=Q1$ ;  $\varepsilon_i=E2$ ;  $\theta=Q2$ ;  $z_i=Z1$ ;  $h=H$ ;  $\xi=E3$ ;  $R=R1$ ;  $R_1=R2$ ;  $R_2=R3$ ;  $f_1=F1$ ;  $R_i=R4$ ;  $n=N$ ;  $n_c=N1$ ;  $v_d=V1$ ;  $S_M=S4$ ;  $S_{mc}=S5$ ;  $S_{z,d}=S6$ ;  $N=N1$ ;  $C_N=C3$ ;  $K_N=K3$ ;  $\sigma_e=G2$ ;  $N_c=N2$ ;  $N_3=N3$ ;  $\lambda=L3$ ;  $P_L=P1$ ;  $M=M1$ ;  $T_M=T2$ ;  $L_S=L4$ ;  $\ell_1=L5$ ;  $\ell_2=L6$ ;  $K_n=K4$ ;  $K_c=K5$ .



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков А.Н. Режимы резания авиационных материалов при фрезеровании. СГАУ, Самара, 1994. 89с.
2. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов /Под ред. Г.Н.Кирсанова. М.: Машиностроение, 1986. 285с.
3. Металлорежущие инструменты /Г.Н.Сахаров, О.Б.Арбузов, Ю.Л.Боровой и др. М.: Машиностроение, 1989.328с.
4. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Машиностроение, 1984. 272с.
5. Краткий справочник металлиста / Под ред П.Н.Орлова, Е.А.Скороходова. М.: Машиностроение, 1986. 960с.
6. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А.Ординарцева. Л.:Машиностроение, 1987. 845с.

## СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ .....	3
1. ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ СПИРАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФРЕЗЫ ...	4
2. РАСЧЕТ ЦЕЛЬНЫХ ФРЕЗ .....	4
2.1. Основные конструктивные параметры .....	4
2.2. Определение величины подачи и скорости резания .....	7
2.3. Форма и размеры зубьев и канавок фрез .....	8
3. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ .....	10
4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ФРЕЗЫ .....	12
5. РАСЧЕТ ЦЕЛЬНЫХ СПИРАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФРЕЗ НА ПЭВМ .....	15
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>16</b>

Учебное издание

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПИРАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФРЕЗ**

Методические указания к курсовой работе

Составитель: *Волков Александр Николаевич*

Редактор Н. С. Купринова  
Компьютерный набор и верстка О. А. Ананьев

Подписано в печать 25.01.2001 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л.0,93. Усл.кр.-отт. 0,96. Уч. – изд.л. 1,0.

Тираж 500 экз. Заказ 92. Арт. С-25 /2001.

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева.  
443086 г.Самара, Московское шоссе, 34.

---

РИО Самарского государственного аэрокосмического  
университета. 443001 г.Самара, ул.Молодогвардейская, 151.