

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР
Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт им. С.П.Королева

КОНСТРУКЦИЯ И ГЕОМЕТРИЯ ФРЕЗ

Методические указания
к лабораторной работе

Составил асс.
С м о л и н В.Д.

Куйбышев 1981

УДК 621.9.02

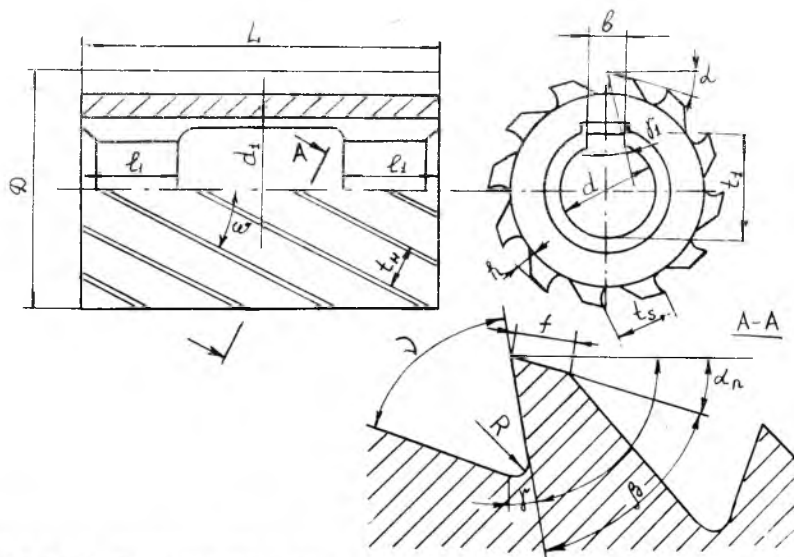
Рецензент д.т.н., проф. К р а в ч е н к о Борис Алексеевич

Утверждены редакционно-издательским
советом института 12.12. 1980 г.

НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФРЕЗ

Многообразие операций, выполняемых на фрезерных станках, обусловило разнообразие типов, форм и размеров фрез. По конструкции различают фрезы цельные и сборные, состоящие из корпуса, в котором закреплены режущие зубья. Твердосплавные фрезы, как правило, бывают сборные.

Цилиндрические фрезы (рис. 1) применяются на горизонтально-



Р и с. 1. Конструкция и геометрия цилиндрической фрезы: z - число зубьев; D - диаметр фрезы; L - ширина фрезы; R - радиус впадины; f - ширина ЗП; ω - угол наклона зубьев; γ - угол канавки; t_n - нормальный шаг; t_s - окружной шаг; d - диаметр посадочного отверстия; h - высота зуба

фрезерных станках при обработке плоскостей. Эти фрезы могут быть с прямыми и винтовыми зубьями. В конструкции и геометрии цилиндрической фрезы имеется много общего с другими фрезами.

Окружной шаг между зубьями

$$t_s = \frac{\pi D}{z},$$

где z - число зубьев фрезы.

В ГСП измеряют углы γ и α_n . Передний угол γ заключен между касательной к передней поверхности и осевой плоскостью. Задний угол находится между касательной к задней поверхности зуба и плоскостью, касательной к цилиндру D . Главный задний угол α измеряют в торцевой плоскости. Углы α_n и α связаны зависимостью

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_n \cos \omega.$$

Передний угол γ_1 в торцовом сечении получают перерасчетом

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\cos \omega}.$$

Угол наклона главной режущей кромки λ — это угол между главной режущей кромкой и ее проекцией на осевую плоскость. У цилиндрических, концевых и дисковых фрез угол λ равен углу наклона спирали винтового зуба ω .

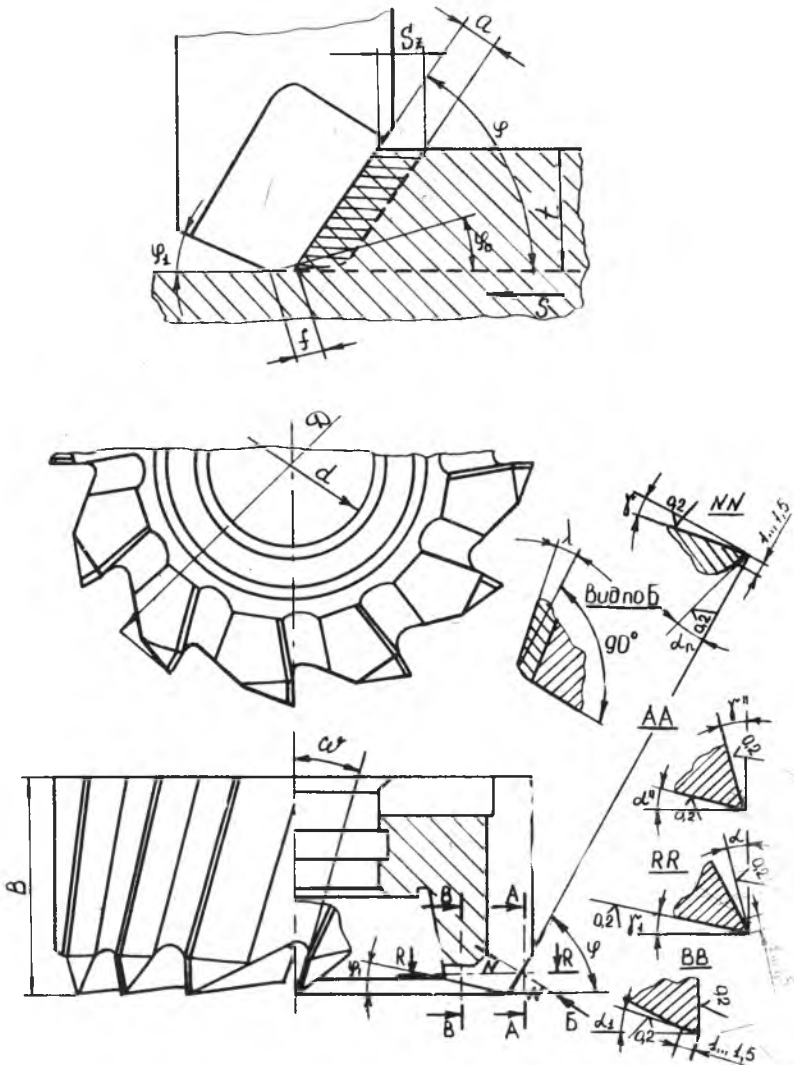
Винтовые фрезы по сравнению с прямозубыми обеспечивают более равномерное фрезерование и повышенную стойкость, и поэтому находят в промышленности большее применение. Обычно для фрез с мелким зубом число зубьев $z = 10 - 18$, а угол наклона винтовых зубьев $\omega = 30 - 35^\circ$. Для фрез с крупным зубом $z = 6 - 12$, $\omega = 40$. Основные контролируемые параметры: D ; d ; L ; l ; t_s ; t_n ; h ; f ; γ ; α ; γ_1 ; α_n ; ω ; ν ; σ ; t_1 ; z .

Шероховатость главных передних и задних поверхностей $R_z \leq 16$, поверхности посадочного отверстия и опорных торцов $R_a \leq 1,25$. Радиальное биение режущих кромок зубьев относительно оси отверстия не должно превышать 0,04 мм для двух смежных зубьев и 0,08 мм для двух противоположных зубьев.

Торцевые фрезы (рис. 2) применяются при обработке плоскостей преимущественно на вертикально-фрезерных станках. Торцевые фрезы могут быть более массивными и иметь более жесткое крепление по сравнению с цилиндрическими, что дает возможность в сборных конструкциях более удобно размещать и надежно закреплять режущие зубья. Торцовое фрезерование обеспечивает большую производительность, чем цилиндрическое.

Обычно у торцовых фрез с мелким зубом $z = 2\sqrt{D}$, у фрез с крупным зубом $z = 1,2\sqrt{D}$.

Широкое распространение получили фрезы с вставными ножами. Геометрические параметры фрезы: γ ; α ; γ_1 ; γ_0 ; f ; λ образуются за счет заточки ножей и их наклонной установки в корпусе.



Р и с.2. Геометрические параметры режущей части торцовой фрезы: α - главный задний угол; α_n - задний угол нормальный; α' - задний угол торцовый; α'' - задний угол продольный; β - главный передний угол; β' - передний поперечный (радиальный); β'' - передний угол продольный (осевой); φ - главный угол в плане угловой кромки; φ_1 - вспомогательный угол в плане; λ - угол наклона результирующей кромки

Пересчет углов, расположенных в различных секущих плоскостях, производится по уравнениям:

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \operatorname{tg} \gamma \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cos \varphi;$$

$$\operatorname{tg} \gamma'' = \operatorname{tg} \gamma \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \sin \varphi;$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma'' \cos \varphi + \operatorname{tg} \gamma_1 \sin \varphi;$$

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \gamma'' \sin \varphi - \operatorname{tg} \gamma_1 \cos \varphi$$

(знак минус принимается для $\lambda > 0$) ;

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi.$$

Основные контролируемые параметры: D ; B ; d ; γ ; α ; α_n ; φ ; φ_1 ; ω ; λ .

Твердость рабочей части фрез из быстрорежущей стали НРС 62...65.

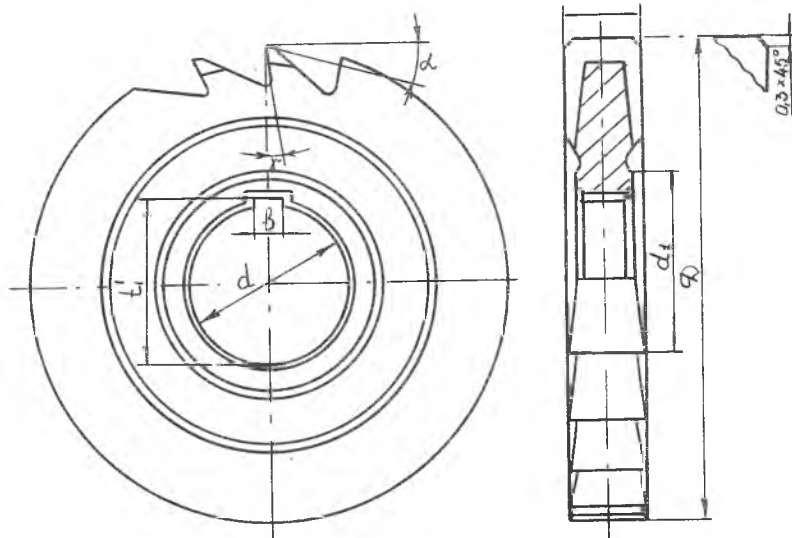
Шероховатость передних и задних поверхностей $R_a \leq 0,32$, посадочного отверстия и опорных торцов $R_a \leq 0,80$.

Для фрез, изготавливаемых в централизованном порядке, передний угол устанавливается $\gamma = 18^\circ$. Радиальное биение зубьев относительно оси фрезы не должно превышать 0,04 для $D \leq 63$ и 0,05 для $D > 63$. Биение опорных торцов относительно оси фрезы не должно превышать 0,02 мм.

Дисковые фрезы (рис. 3) используются при фрезеровании пазов уступов и канавок, отрезке материалов. Они подразделяются на одно-двух- и трехсторонние фрезы, соответственно с одной, двумя или тремя режущими кромками. Дисковые фрезы могут быть цельными и сборными, иметь прямые или наклонные зубья. Обычно они изготавливаются шириной 5-16 мм, диаметром $D = 80-315$ мм и с числом зубьев $z = 12 \dots 22$.

Основные контролируемые параметры: D ; B ; d ; γ ; α ; c ; b ; t_1' .

Концевые фрезы (рис. 4) применяются для обработки пазов и канавок в корпусных деталях, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей. Они крепятся в шпинделе станка коническим или цилиндрическим хвостиком. У этих фрез основную работу резания выполняют главные режущие кромки, расположенные на цилиндрической поверхности, а вспомогательные торцовые кромки только зачищают дно канавки.



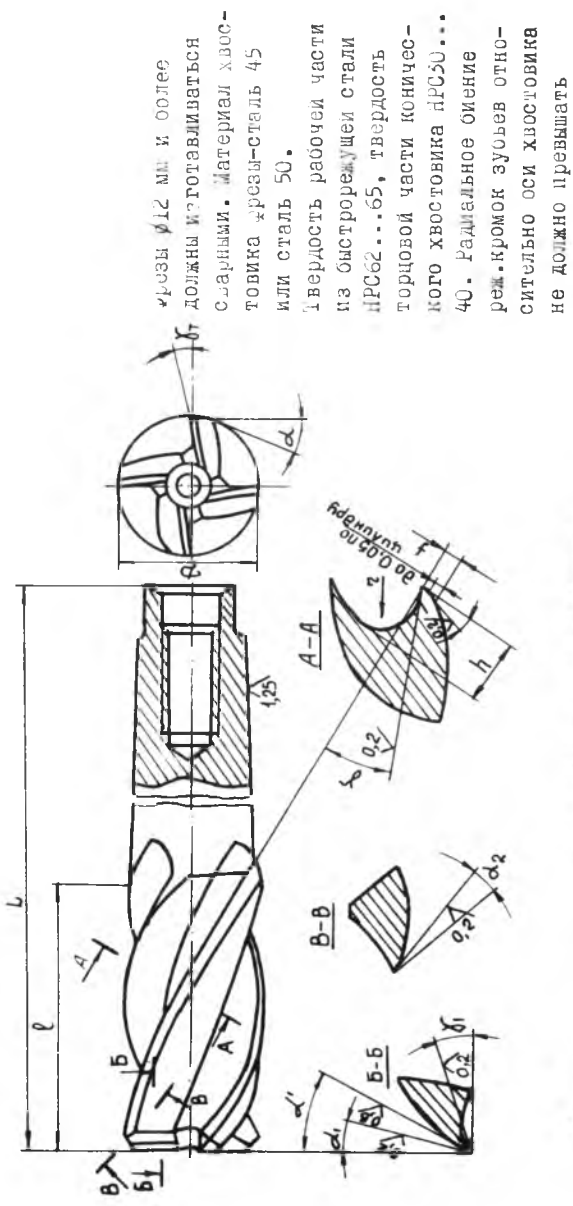
Р и с. 3. Фреза дисковая трехсторонняя прямозубая

Концевые фрезы выпускаются двух типов: с мелким зубом ($z = \sqrt{D}$, $\omega = 30^\circ$) и с крупным зубом ($z = 0,6\sqrt{D}$, $\omega = 45^\circ$). С целью уменьшения вибраций окружной шаг от зуба к зубу чаще всего делается переменным. Так, если фреза имеет 3 зуба, то углы между зубьями не 120° , а 110° , 123 и 127° . Фрезы с цилиндрическим хвостовиком имеют диаметр $D = 3 \dots 20$ мм и длину рабочей части $l = 20 \dots 45$ мм, а с коническим хвостовиком — $D = 14 \dots 50$ мм и $l = 32 \dots 70$ мм. Концевые фрезы от $D = 16$ мм и выше часто оснащаются пластинами из твердого сплава.

Основные контролируемые параметры: D ; l ; z ; α ; γ_r ; α_n ; ω ; z ; f_c .

Угловые фрезы (рис.5) используются при фрезеровании угловых пазов и наклонных плоскостей. Одноугловые фрезы имеют режущие кромки, расположенные на конической поверхности и торце. Двугловые фрезы имеют режущие кромки, расположенные на двух смежных конических поверхностях.

Угловые фрезы находят широкое применение в инструментальном производстве для фрезерования стружечных канавок различных инструментов. Диаметр фрезы зависит от глубины фрезерования и диаметра



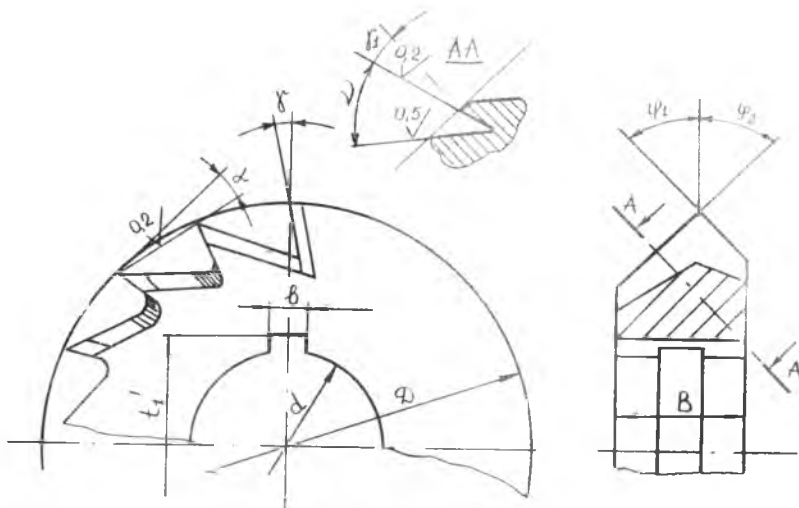
Центральные углы (в град)

Число зубьев	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	φ_8
3	110	123	127	—	—	—	—	—
4	90	85	90	95	—	—	—	—
5	68	72	76	88	76	—	—	—
6	57	63	57	63	57	63	—	—
8	42	48	42	48	42	48	42	48



Фрезы $\varphi 12$ мм и более должны изготавливаться сварными. Материал хвостовика фрезы—сталь 45 или сталь 50. Твердость рабочей части из быстрорежущей стали ПРС62...65, твердость торцовой части конического хвостовика ПРС50...40. Радиальное обимение кромок зубьев относительно оси хвостовика не должно превышать 0,04 мм для 2 смежных зубьев и 0,07 мм для 2 противоположных зубьев. Торцовое обимение реж. кромок не должно превышать 0,05 мм.

Р и с. 4. Фрезы концевые с коническим хвостовиком



Р и с. 5. Двуугольная несимметричная фреза с остроконечными зубьями

оправки. Число зубьев $Z = (2,8 \dots 2,5) \sqrt{D}$. Длина и форма зубьев зависят от углов ψ_1 и ψ_2 .

Одноугольные фрезы с остроконечными зубьями изготавливают из быстрорежущей стали $\varnothing 40 \dots 80$ мм с углом $\psi = 45 \dots 90^\circ$ (через каждые 5°). Двуугольные фрезы изготавливают с углом $\psi_1 + \psi_2 = 45 \dots 100^\circ$.

Основные контролируемые параметры: $D; d; B; b; t_1; \gamma; \alpha; \psi_1; \psi_2; \psi; \psi_1; \psi_2$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗ

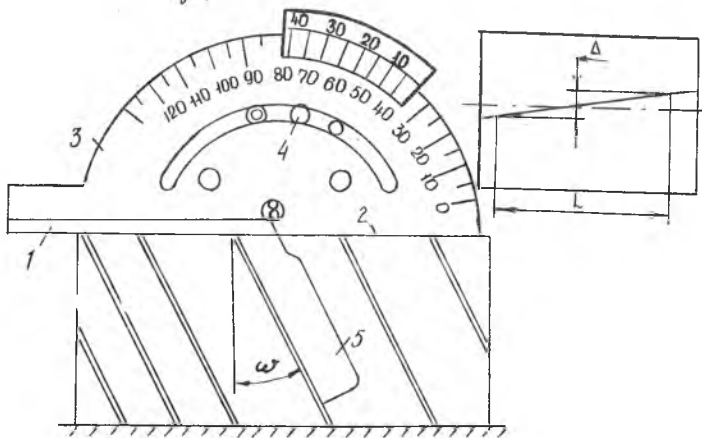
1. Выполнить эскиз заданной фрезы согласно рис. 1-5.
 2. Замерить линейные размеры штангенциркулем.
 3. Замерить угол наклона спирали ω несколькими способами:
- а) С помощью универсального угломера (рис. 6). Угломер предназ-

начен для измерения наружных углов в пределах от 0 до 180°. Он состоит из следующих деталей: 1 - линейки основания; 2 - основания; 3 - корпуса; 4 - ступора; 5 - подвижной линейки. Целое число градусов отсчитывается нулевым штрихом нониуса по шкале основания слева направо.

б) Путем прокатки фрезы через копировальную бумагу.

По полученной развертке цилиндрической поверхности фрезы, на которой винтовые линии зубьев будут прямыми, определяем ω .

в) С помощью штангенрейсмуса при установке фрезы в центрах в специальном приспособлении. Измеряется подъем спирали Δ на расстоянии L , тогда центральный угол ε , соответствующий подъему спирали Δ , определится из зависимости $\varepsilon = \arcsin \frac{2\Delta}{D}$. Так как шаг спирали T соответствует углу в 360°, то $T = \frac{L \cdot 360}{\varepsilon}$, откуда $\omega = \arctg \frac{\pi D}{T}$.

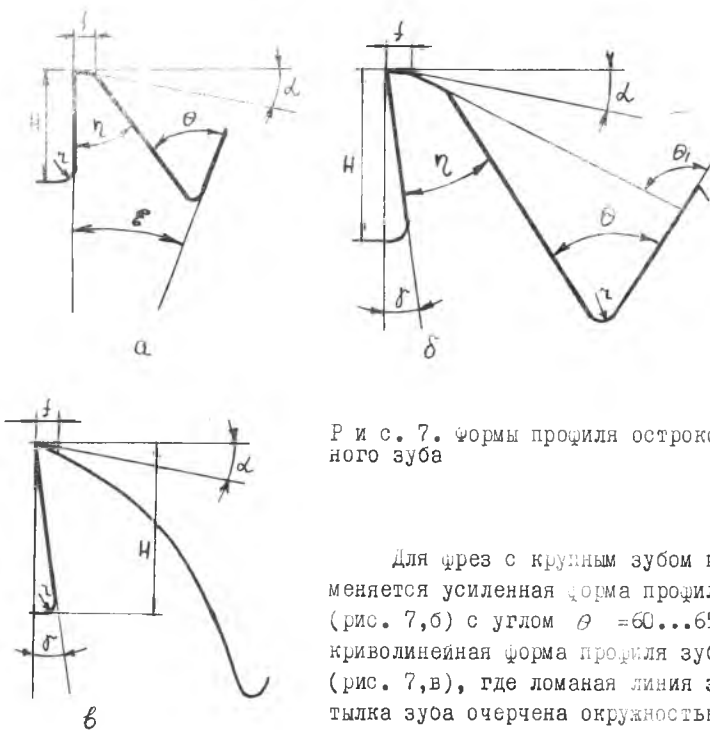


Р и с. 6. Измерение угла спирали зуба фрезы

4. Подсчитать число зубьев фрезы.

5. Определить тип профиля зуба. При этом следует иметь в виду следующее: для остроконечных фрез различают три типа профилей зубьев (рис. 7).

Для фрез с мелким зубом принята трапециевидальная форма профиля (рис. 7,а) с углом $\varphi = 45 \dots 50^\circ$.



Р и с. 7. Формы профиля остроконечного зуба

Для фрез с крупным зубом применяется усиленная форма профиля (рис. 7,б) с углом $\theta = 60 \dots 65^\circ$ и криволинейная форма профиля зуба (рис. 7,в), где ломаная линия затылка зуба очерчена окружностью или параболой.

6. Замерить штангенциркулем высоту зуба фрезы H . Рассчитать H ; для фрез с мелким зубом

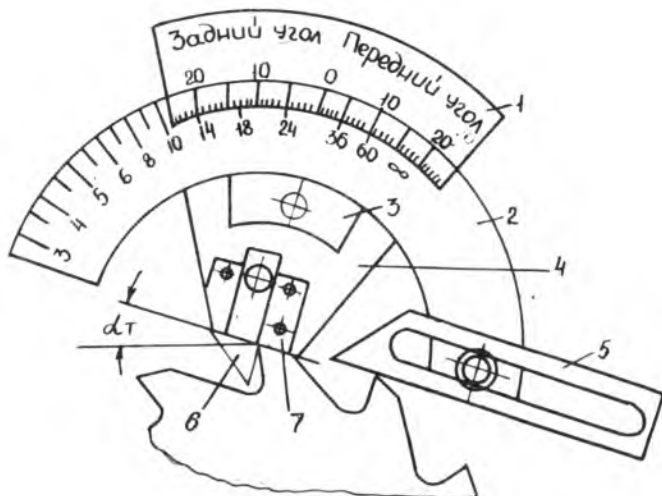
$$H = (0,5 + 0,65) \frac{\pi D}{z}$$

для фрез с крупным зубом

$$H = (0,3 + 0,45) \frac{\pi D}{z}$$

7. Замерить углы α и β_r в торцовой плоскости фрезы при помощи прибора системы М.И.Бабчиничера (рис. 8).

Подготовка прибора состоит в установке против штриха "0" на шкале углов штриха числа зубьев, соответствующего числу зубьев измеряемого инструмента.



Р и с. 8. Измерение заднего угла в торцовом сечении фрезы

Если на шкале отсутствует штрих, соответствующий нужному числу зубьев, то против "0" устанавливается штрих, соответствующий ближайшему числу зубьев.

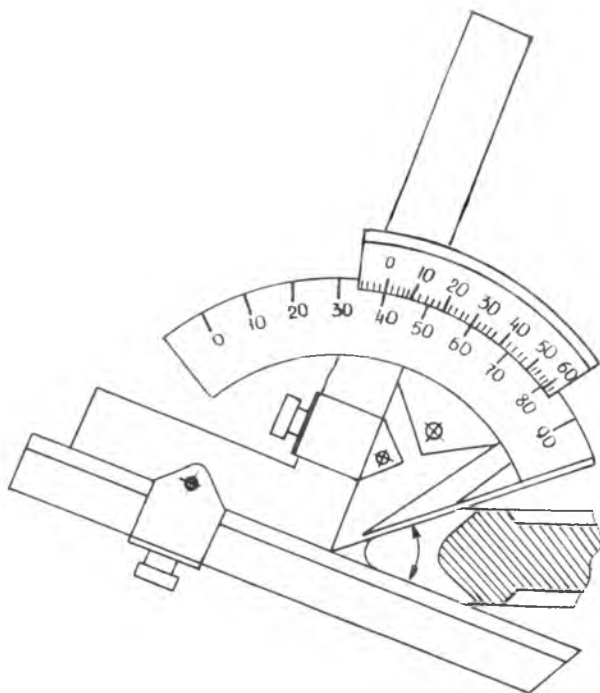
Процесс измерения заключается в следующем. Прибор накладывается на контролируемый инструмент так, чтобы измеряемый зуб упирался своим лезвием в вершину угла, образованного измерительными поверхностями ножа 6 и 7. Опорная линейка 5 при этом должна опираться на соседний зуб инструмента.

Для измерения переднего угла γ_T сектор прибора поворачивается до совмещения рабочей поверхности ножа с передней поверхностью зуба. Для измерения заднего угла сектор поворачивается до совмещения рабочей поверхности планки с задней гранью зуба.

8. Вычислить значения углов α_N и γ_N в плоскости, перпендикулярной к режущей кромке по формулам:

$$\alpha_N = \alpha_T \operatorname{ctg} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega}; \quad \gamma_N = \alpha_T \operatorname{ctg} (\operatorname{tg} \gamma_T \cos \omega).$$

9. Измерить угол профиля угловой фрезы универсальным угломером д.С.Семенова, принцип действия которого показан на рис. 9, или обычным угломером.



Р и с. 9. Измерение угла профиля угловой фрезы

10. Замеренные и рассчитанные величины занести в таблицу отчета "Результаты измерений или расчетов".

Л и т е р а т у р а

1. Р о д и н П.Р. Металлорежущие инструменты. - Киев : Вища школа, 1974, 400с.

2. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. - Москва: Машиностроение, 1977, 288 с.

3. Климов В.И. и др. Справочник инструментальщика-конструктора. Москва, 1958, 608 с.

4. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. - М.: Машиностроение, 1964, 544 с.

5. Семенченко И.И. и др. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: Машгиз, 1963, 952 с.

Составитель Владимир Дмитриевич Смолин

КОНСТРУКЦИЯ И ГЕОМЕТРИЯ ФРЕЗ

Методические указания
к лабораторной работе

Редактор Э.А.Грязнова
Техн.редактор Н.М.Каленюк
Корректор Б.Д.Антонова

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16. Бумага оберточная белая.

Оперативная печать. Усл.п.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,7.

Тираж 300 экз. Заказ № 7333 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт им. С.П.Королева, г.Куйбышев,
ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография им. В.П.Мяги, г. Куйбышев,
Венцека, 60.