

Применение фрез определенной установки в условиях опытного производства

А.Л. Капелевич, А.И. Толченов, А.И. Эйдинов

Червячные фрезы определенной установки¹ применяются для обработки фасонных шлицевых валов, храповых колес и других деталей подобного типа. В условиях производственной базы института для нарезания дисков винтовых лабиринтов (рис. 1,а) на зубофрезерном станке была спроектирована дисковая фреза определенной установки (рис. 1,б)

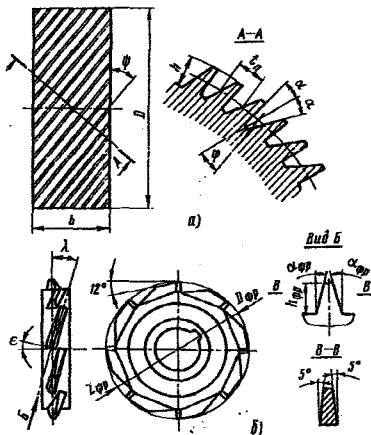


Рис. 1. Конструкция винтового лабиринта (а) и дисковой фрезы определенной установки (б)

с острозаточенными зубьями, развернутыми под углом λ к плоскости вращения. Все зубья такой фрезы, в отличие от ранее применявшейся червячной конической фрезы определенной установки, калибрующие. Профиль зуба полностью копирует впадину детали, так как передний угол $\gamma = 0$, а угол наклона зуба $\omega = \lambda$. Задние углы выбираются равными: при вершине зуба $\alpha_0 = 10...12^\circ$, по боковым сторонам $\alpha_0 = 5...6^\circ$. Параметры фрезы определяются конструкцией обрабатываемой детали и возможностями зубофрезерного станка. Число зубьев (заходов) $Z_{фр}$ выбирается наибольшим, с учетом ограничения минимального значения станочного передаточного числа $U = Z/Z_{фр}$. Например, для станка «Пфаутер Р-400» $U \geq 6$. Кратность чисел зубьев (заходов) фрезы и детали следует по возможности исключить.

Угол подъема зубьев фрезы λ для получения встречного фрезерования и более высокой чистоты обработанной поверхности при нарезании винтовых поверхностей выбирается совпадающим с направлением спирали витков и определяется по формуле

$$\lambda = \arcsin \frac{Z_{фр} a_n}{\pi(D_{фр} - h)} \quad (1)$$

или

$$\lambda = \arcsin \frac{Z_{фр} m_0}{D_{фр} - h}$$

где a_n — нормальный шаг зубьев детали (заходов лабиринта); $D_{фр}$ — диаметр фрезы; h — высота профиля детали; $m_0 = a_n/\pi$ — нормальный модуль.

Настройку зубофрезерного станка при обработке деталей фрезой определенной установки такая же, как при нарезании зубчатых колес многозаходной червячной фрезой. При этом необходимо, чтобы ось профиля зуба фрезы совпала с осью профиля впадины детали. Если профиль впадины симметричный ($\varphi = 0$, рис. 2), то ось также должна совпадать

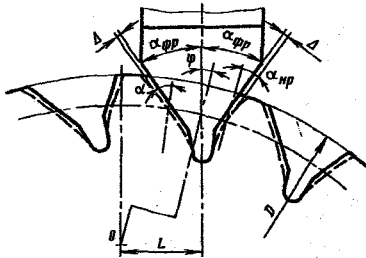


Рис. 2. Станочное закрепление дисковой фрезы определенной установки с заготовкой зубчатого колеса, имеющего несимметричные профили и поднутренные основания зубьев

с осью поворота суппорта станка. При асимметричном профиле впадины детали ($\varphi \neq 0$) ее ось и ось профиля зуба фрезы смещаются в тангенциальном направлении относительно оси поворота суппорта на величину

$$L = \frac{D_{фр}}{2\cos^2\varphi} \frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi - \lambda)} \quad (2)$$

где $D_{фр} = D - h$; φ ; φ — средний диаметр впадины, углы наклона спирали витков и наклона впадины детали.

Режимы резания при использовании фрез определенной установки в основном такие же, как при обычных зубофрезерных работах. Глубина резания определяется в зависимости от материала детали: для черновых проходов $t = 0,1...0,6$ мм, для чистовых $t = 0,03$ мм.

Параметры обрабатываемых деталей и применяемых фрез определенной установки приведены в таблице. Профили нарезали на станках «Пфаутер Р-400» и ПС1, «Рейнкер» RF0 и RF2. При обработке всех деталей (кроме кольца с внутренней нарезкой) было выбрано встречное направление фрезерования, что обеспечило чистоту поверхности $Rz 2...2,5$. Чистота профильной поверхности кольца с внутренней нарезкой, обработанного полутным фрезерованием (конструкция кольца исключала встречное фрезерование), соответствовала $Rz 80$.

При индивидуальном изготовлении экспериментальных высоконапряженных зубчатых колес с поднутренным основанием зубьев (в том числе и с несимметричным профилем) также использовали дисковые фрезы определенной установки (рис. 3). В ре-

¹ Семенченко И.И., Матюшина В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Машгиз, 1962. 952 с.

| Наименование детали | направление силы | Параметры детали | | | | | | | Параметры фрезы | | | | | |
|---|------------------|------------------|-------|--------|---------------------|---------|----------|---------|-----------------|----------------------|-----------------|--------|-------|-------------------------------------|
| | | D, мм | b, мм | Z | r _н , мм | φ, град | h, мм | α, град | материал | D _{фр} , мм | Z _{фр} | λ | L, мм | конструкция, материал режущей части |
| Диск винтовых лабиринтных уплотнений | Левое | 198 | 15-30 | 12-37 | 4,3-9,5 | 5-15 | 4-6 | 5-12 | 38ХА | 60 | 2-6 | 3-10° | 0 | Монолитная, Р6М5 |
| | Правое | | | | | | | | | | | | | |
| Тонкостенный цилиндр | Левое | 130 | 120 | 116 | 2,5 | 45 | 0,7 | 0 | ХН60ВТ | 80 | 10 | 5°56' | 0 | Паяная, ВК-8 |
| | Правое | | | | | | | | | | | | | |
| Мастер-ролик | — | 19 | 10 | 50-120 | 0,5-12 | 90 | 0,45-1,1 | 35 | — | 68 | 8 | 1°52' | 0 | Монолитная, Р18 |
| Спецгайка | — | 29 | 10,3 | 35 | 25 | 90 | 1,15 | 36 | 38ХА | 60 | 6 | 4°30' | 0 | Монолитная, Р19 |
| Кольцо с внутренней нарезкой | Левое | 414 | 22 | 248 | 1,4 | 15 | 0,8 | 30 | Сталь 20 | 67,3 | 40 | 15° | 0 | Монолитная, Р18 |
| Спецдиск | — | 100 | 25 | 47 | 6,48 | 90 | 3 | 0 | 18Х2Н4ВА | 60 | 6 | 12°32' | 0 | То же |
| Эвольвентное зубчатое колесо с несимметричными зубьями, m=2 | — | 31,06 | 27 | 13 | 6,28 | 90 | 4,5 | 35 | 12Х2Н4А | 60 | 3 | 6°16' | 4,3 | Монолитная, Р6М5 |
| | — | 125,5 | 22 | 60 | | | | | | | | | | |
| Зубчатое колесо, m=4 | — | 20,5 | 20 | 49 | 12,56 | 90 | 10 | 25; 6 | ВКС4 | 120 | 6 | 12°30' | 0 | Сборная, Р18Ф2К8М |

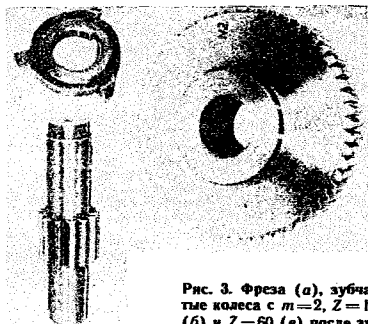


Рис. 3. Фреза (а), зубчатые колеса с $m=2$, $Z=13$ (б) и $Z=60$ (в) после зубофрезерования

в результате обработки переходная кривая между зубьями колеса формируется окончательно, а эвольвентный профиль — предварительно, с припуском Δ под шлифование. С целью снижения затрат на изготовление фрезы определенной установки часть профиля зуба, обрабатываемая с припуском Δ эвольвентный профиль зубьев колеса, выполняется с прямыми режущими кромками. Углы профиля зуба фрезы $\alpha_{фр}$ и наклона оси впадины изделия λ определяются по формулам: $\alpha_{фр} = 1/2(\alpha + \alpha_{пр})$, $\lambda = \alpha - \alpha_{пр}$, где α и $\alpha_{пр}$ — углы профиля производящего режущего контура с рабочей и нерабочей сторон, предназначенного для обработки зубчатых колес с несимметричными (в общем случае) профилем зубьев.

Тангенциальное смещение найдем из выражения (2).

С целью получения равномерного припуска по эвольвентному профилю зубьев после зубофрезерования проводится предварительное шлифование, затем химико-термическая обработка и окончательное шлифование. В дисковых фрезах определенной установки можно шире, чем в червячных, применять сборные конструкции, режущие элементы из твердого сплава, с износостойким покрытием и т.д. Сборная дисковая фреза определенной установки и зубофрезерование ею зубчатого колеса показаны на рис. 4. Подобные фрезы можно использовать для обработки зубчатых колес и других деталей с изменяющимися модулями, числами зубьев, профильными углами, углами подъема спирали и т.д., что весьма важно в условиях опытного индивидуального производства.

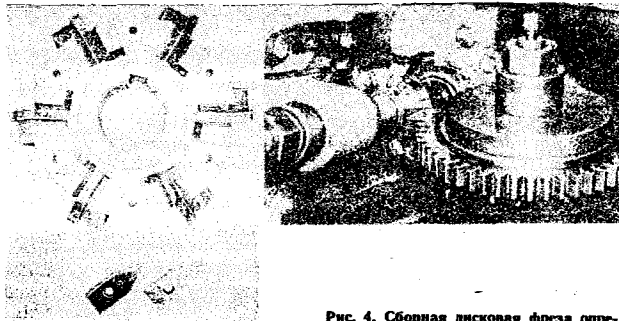


Рис. 4. Сборная дисковая фреза определенной установки (а) и нарезание ею зубьев высоконапряженного зубчатого колеса с $m=4$, $Z=49$ (б)