Расчет дисковой зуборезной модульной фрезы.

Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | модуль | число н.зубьев | α° | hf | материал |
| **68** | **16** | **36** | **20** | **1.25** | труднообр. сталь |

Профилирование зубьев фрезы

Так как дисковая зуборезная модульная фреза имеет нулевой передний угол и при нарезании цилиндрического прямозубого колеса работает методом копирования, то профилирование ее режущих кромок сводится к определению формы впадин зубьев обрабатываемого изделия. Согласно ГОСТ 10996-64 профиль зуба фрезы состоит из эвольвентного, неэвольвентного участков и прямой.

Определение профиля эвольвентного участка

Радиус основной окружности

rb = 0.5 \* m \* z \* cos αβ = 0.5\*16\*36\*cos 10° = 283.6 мм

Радиус вершины зубьев колеса

ra = 0.5 \* m \* (z +2) = 0.5\*16\*38 = 304 мм

Радиус делительной окружности

r = 0.5 \* m \* z = 0.5\*16\*36 = 288 мм

Радиус окружности впадин колеса

rf = r - 1.25m = 288 - 1.25\*16 = 268 мм

На эвольвентном участке профиля условно отмечаем десять точек так, чтобы выполнялось условие:

( ra + 0.5m ) > ry > rb

где ry  - радиус произвольных окружностей, проведенных через выбранные точки.

r1 = ra + 0.5m = 304 + 0.5 \* 16 = 312 мм

Угол профиля зубчатого колеса на окружности r1:

α1 = arccos rb/r1 = 283.6/312 = 24.636° = 24°38’9’’

inv α1 = 0.028729

inv α = 0.014904

где α=20° - угол профиля исходного контура.

Угол n1 определяем по формуле:

ny = (π/2z - invα + invαy) / 0.017453

n1 = (π/72 - 0.019404 + 0.028729) / 0.017453 = 3.29° = 3°17’31’’

Найдем координаты точки 1:

xu1 = r1 \* sin n1 = 312 \* sin 3.29 = 17.9056 мм

yu1 = r1 \* cos n1 = 312 \* cos 3.29 = 311.486 мм

y01 = yu1 - rf = 311.486 - 268 = 43.485 мм

Расчет остальных точек производим аналогично, результаты заносим в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***y*** | ***ry , мм*** | ***αy ,°*** | ***inv αy*** | ***ny , °*** | ***xoy = xuy*** | ***yuy , мм*** | ***y0y , мм*** |
| ***1*** | 312 | 24.636 | 0.028729 | 3.29 | 17.906 | 311.486 | 43.485 |
| ***2*** | 308.5 | 23.17 | 0.023577 | 2.99 | 16.129 | 308.078 | 40.078 |
| ***3*** | 305 | 21.59 | 0.018891 | 2.72 | 14.474 | 304.656 | 36.656 |
| ***4*** | 301.5 | 19.84 | 0.014523 | 2.47 | 13.037 | 301.210 | 33.218 |
| ***5*** | 298 | 17.88 | 0.010504 | 2.24 | 11.688 | 297.770 | 29.770 |
| ***6*** | 294.5 | 15.63 | 0.007011 | 2.05 | 10.523 | 294.311 | 26.312 |
| ***7*** | 291 | 12.90 | 0.003899 | 1.87 | 9.439 | 290.8 | 22.845 |
| ***8*** | 287.5 | 9.448 | 0.001730 | 1.75 | 8.7557 | 287.366 | 19.366 |
| ***9*** | 284.5 | 4.558 | 0.00017 | 1.658 | 8.22 | 284.38 | 16.381 |
| ***10*** | 283.6 | 0 | 0 | 1.638 | 8.1107 | 283.483 | 15.4839 |

Определение профиля неэвольвентного участка.

В зависимости от числа зубьев нарезаемого колеса z < 80 или z > 79

устанавливают два типа профилей зуба. У нас z = 36, поэтому профиль зуба состоит из дуги окружности AB, отрезка прямой BC и

эвольвенты CDE.

Определим координаты точек B,C,D,E.

Координаты точки B:

XB  = 8.448 YB = 6.8

Координаты точки C:

XC = 8.608 YC = 7.488

Координаты точки D:

XD  = 20.579 YD = 35.277

Координаты точки E:

XE  = 24.512 YE = 42.9952

Угол профиля участка BC:

ϕy0 = 12°

Координаты центра окружности:

Xc = 0 Yc = 8.656

Выбор геометрических параметров зубьев фрезы.

Задача выбора - назначить такую геометрию режущей кромки, при которой неблагоприятные участки профиля находились бы в возможно лучших условиях работы.

Значения текущих нормальных задних углов зуба дисковой зуборезной модульной фрезы по высоте профиля переменны и для любой точки профиля фрезы могут быть определены по формуле:

αnu0 = arctg (ra0/ ry0 \* tg αa0 \* sin ϕy0 )

где ra0 - радиус вершин зубьев фрезы;

ry0 - текущий радиус зуба фрезы;

αa0 - задний угол на вершине зуба фрезы;

ϕy0 - передний угол профиля зуба фрезы;

Зная что αa0 = 90, ry0 = ra0 - yB = 90 - 6.8 = 83.2, ϕy0 = 12° найдем αa0

αa0 = arctg ( tg αnu0 \* ry0 / ra0 \* sinϕy0 ) = arctg(tg3\*83.2/90\*sin12) = 13°

Найдем величину затылования:

Ko = tgαa0 \* 2π \* ra0 / z0 = tg13 \* 2π \* 90 / 10 = 13.05

где z0 - число зубьев фрезы.

Определение конструктивных элементов фрезы

Из таблицы выбираем.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр фрезы наружный | DA0 | мм | 180 |
| Диаметр отверстия фрезы | d0 | мм | 50 |
| Число зубьев фрезы | z0 |  | 10 |
| Радиус закругления дна стружечной канавки | r1 | мм | 3 |
| Угол впадины стружечной канавки | β | ° | 22 |
| Ширина фрезы | B0 | мм | 26 |

Дополнительные размеры:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| B | t | r3 | c | d1 | r2 | δ | t1 |
| 12.12 | 53.5 | 1.6 | 0.8 | 52 | 2.0 | 35 | 36 |

Глубина стружечной канавки:

Н0 = h0 + K0 + r1

где h0 < Yε - высота затыловочного профиля.

Н0 = 15 + 13.05 + 3 = 32.05

Выбор материала и технические требования.

По ГОСТ 5950-73 выбираем марку стали фрезы - 9ХС

Шероховатость обработанных поверхностей по ГОСТ 2789-73 должна быть:

передняя поверхность - 7-й класс

поверхность опорных торцов - 8-й класс

поверхность посадочного отверстия - 7-й класс

затылованые поверхности профиля зубьев - 6-й класс.

Твердость режущей части - HRCэ 62 ... 65

Предельные отклонения наружного диаметра по H16, толщина по h12, посадочные отверстия по H7.

Допустимые отклонения:

Отклонение от радиальной передней поверхности +- 45°

Радиальное биение по наружному диаметру, относительно оси отверстия, мкм:

для двух смежных зубьев - 40 мкм

за один оборот фрезы - 80 мкм

Биение торца в точках, наиболее удаленных от отверстия фрезы 40 мкм. Биение боковых режущих кромок зубьев в направлении нормали к прпофилю = 80мкм.

Разность расстояний от торцевых плоскостей фрезы до точек профиля, лежащих на одном диаметре, мкм = 250

Погрешность профиля ,мкм:

на участке эвольвенты = 63

на вершинах зуба и на закруглениях = 125