Московский Государственный Технический Университет

им. Н.Э.Баумана

Калужский филиал

Кафедра М4-КФ

**Курсовая работа**

по курсу

«Резание металлов и режущий инструмент»

Калуга, 2008 г.

**Содержание**

**1. Расчет фасонного резца**

1.1. Подготовка чертежа детали к расчету резца

1.2. Выбор типа фасонного резца

1.3. Определение углов режущей части

1.4. Определение габаритных и присоединительных размеров резца

1.5. Общая часть коррекционного расчета фасонных резцов

1.6. Определение размеров профиля круглого резца обычной установки с углом λ0=0

1.7. Расчет отклонений высот профиля фасонного резца

1.8. Расчёт допусков на параметры заточки и установки резца

1.9. Оформление рабочего чертежа резца

1.10 Проектирование шаблона для контроля профиля резца при его изготовлении

1.11 Проектирование державки фасонного резца

**2. Расчет протяжки**

**3. Расчет червячной фрезы для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем**

3.1 Исходные данные

3.2.Выбор профиля зубьев червячной фрезы

3.3Порядок расчета основных конструктивных элементов червячной фрезы

**ВВЕДЕНИЕ**

Фасонные резцы применяются для обработки поверхностей сложного профиля на станках токарной группы и реже па строгальных (долбежных) станках в условиях серийного и массового производства. Как правило, они являются специальными инструментами, предназначенными для обработки одной детали. Преимущества фасонных резцов - строгая идентичность обработанных деталей, большой срок службы, высокая общая и размерная стойкость, совмещение предварительной и окончательной обработки, простота установки и наладки на станке - делают их незаменимыми в автоматизированном производстве, особенно на токарных автоматах.

Фасонные резцы классифицируют по нескольким признакам:

- по типу станка - токарные, автоматные, строгальные (долбежные);

- по форме тела резца - круглые (дисковые), призматические, стержневые. Реже применяются винтовые и улиточные резцы;

- по положению передней плоскости резца - с обычной заточкой (угол λ0 = 0) и с боковой заточкой (угол λ0 0) - рис. 2;

- по положению базовой поверхности резца (оси посадочного отверстия у круглых или опорной плоскости у призматических) относительно оси детали - резцы обычной установки и резцы особой установки. Последние, в свою очередь, могут быть с базой, развернутой в горизонтальной плоскости на угол ψ, и с боковым наклоном корпуса (обычно призматические резцы) - рис.3;

- по виду обрабатываемой поверхности - наружные, внутренние, торцовые. Последние могут бить как наружные с базой, развернутой на угол ψ = 90°;

- по направлению подачи - с радиальной и тангенциальной подачей (соответственно радиальные и тангенциальные резцы) - рис.1-3 - радиальные, рис. 4 - тангенциальные резцы;

- по конструкции, способу соединения режущей части и корпуса, материалу режущей части: насадные и хвостовые (круглые); цельные, сварные, паяные; быстрорежущие и твердосплавные.

**1. Проектирование фасонного резца**

**1.1. Подготовка чертежа детали к расчету фасонного резца.**

По данным размерам детали вычерчиваем ее профиль в увеличенном масштабе 2:1, который используется в дальнейшем для графического определения размеров резца. Вычерчивание профиля детали необходимо для решения двух вопросов:

1) Задание промежуточных точек профиля, что необходимо при наличии на профиле криволинейных участков, а также для повышения точности обработки конических, а в ряде случаев и цилиндрических участков. Наибольшую трудность представляет определение радиусов промежуточных точек дуговых участков. При этом обычно задаются осевыми размерами профиля:

 *l2*=7 мм;

 *l3*=11.5 мм;

 *l4*=15.7 мм;

 *l5*=21.4 мм;

 *l6*=27 мм;

 *l7*=32 мм;

 *l8*=35 мм;

По заданным теоретическим размерам и длинам находят радиусы точек:

 *r1*=35 мм;

*r2*=*38* мм;

*r3*=37.5 мм;

*r4=*37.6 мм;

*r5*=38.7 мм;

*r6*=41 мм;

*r7*=41 мм;

*r8*=43 мм;

**1.2. Выбор типа фасонного резца**

Используем фасонный резец круглого типа, т.к. он имеет большой срок службы, поэтому экономически выгоден. Для обработки внутренних поверхностей почти всегда применяют круглые резцы. Чаще применяются резцы радиального типа, т.к. большинство станков имеют суппорты с установкой резца по высоте оси детали. Резцы тангенциального типа можно применять при малой глубине фасонного профиля детали, однако, надо учитывать возможности размещения и закрепления такого резца на суппорте станка. Ценным свойством тангенциального резца является возможность обработки деталей разного диаметра с одинаковыми фасонными профилями и постепенное врезание и выход резца, что ведет к уменьшению усилий резанья и позволяет обрабатывать не жесткие детали. Круглые резцы чаще бывают насадными; при малых габаритах резца применяют хвостовые резцы. Круглые резцы, как правило, выполняются цельными из быстрорежущей стали.

**1.3. Определение углов режущей части**

Передний угол резца *γ* и задний угол *α* задаются в наиболее выступающей (базовой) точке резца. Величины углов *α* и *γ* рекомендуется выбирать из ряда значений: 5, 8, 10, 15, 20, 25. Принимаем *γ*=20 градусов. Для круглых резцов чаще всего принимают следующие задние углы: *α*=815 градусов. Принимаем *α*=10 градусов. Следует иметь в виду, что задние углы переменны в различных точках лезвия, к тому же в сечении, нормальном к проекции лезвия на основную плоскость, они могут быть на некоторых участках лезвия намного меньше номинального значения. Поэтому необходимо производить проверку минимальной величины заднего угла по формуле:

, где

*αТ* - задний угол в данной точке в торцевом сечении;

*φ* – угол между касательной к профилю детали в данной точке и торцевой плоскости детали.

**1.4. Определение габаритных и присоединительных размеров резца**

Обычно габаритные и присоединительные размеры определяются из конструктивных соображений в зависимости от глубины фасонного профиля изделия *tmax* и длины профиля *L*, т.к. от них зависит количество получающейся стружки и нагрузка на резец при его работе.

Габаритный радиус дисковых резцов определяется по формуле:

, где

- максимальный диаметр обрабатываемой детали.

,

Наибольший диаметр резца мм округляют в большую сторону до величин из нормального ряда линейных размеров по ГОСТ 6636-60. Принимаем *D*=60 мм. Длина резца определяется в зависимости от размеров профиля детали с учетом дополнительных лезвий и ее округляют в большую сторону. Принимаем *L*=35 мм.

**1.5. Коррекционный расчет профиля круглого фасонного резца**

Общая часть расчета.

Целью общей части коррекционного расчета – определение высотных размеров профиля фасонного лезвия, лежащих в передней плоскости резца, в направлении перпендикулярном базе резца.

 мм, принимаем *h*=5,5 мм;

Корректируем угол *α*: ;

 мм,

Корректируем угол *γ*: ;

*γ*=30-*α*=30-10,56=19.44;

**1.**  мм;

 мм;

**2.** ;

 мм;

**3.**;

 мм;

 мм;

**4.** ;

 мм;

 мм;

**5.** ;

 мм;

 мм;

**6.** ;

 мм;

 мм;

**7.** ;

 мм;

 мм;

**8.** *γ8*=*γ7*=16.43;

*A8*=*A7*=39.33 мм;

*C8*=*C7*=6.33 мм,

**9.** ;

 мм;

 мм;

Где *r1* – радиус в базовой точки на детали; *r2*=*r9* – радиусы профиля детали в т.2-9; *γ* – передний угол резца в базовой точке; *γi* – передний угол в *i*-той точке резца; *Сi* – искомый размер на *i*-том этапе расчета.

**1.6. Определение размеров профиля призматического и круглого фасонных резцов обычной установки с углом λ0 = 0**

При расчете размеров профиля призматического фасонного резца в нормальном сечении исходными данными являются углы *α* и *γ*, а также размеры *С2,3,…,i* , найденные в общей части коррекционного расчета. Искомые размеры профиля *Рi* определяются по формуле

При расчете круглых фасонных резцов заданными величинами являются углы *α* и *γ*, наружный радиус резца, соответствующий базовой точке 1, и размеры *С2..i* , лежащие в передней плоскости и найденные в общей части расчета. В результате расчета определяются радиусы резца, соответствующие другим точкам профиля детали, а также высотные размеры профиля в осевом сечении резца *Рi.*

Размер Н одновременно является радиусом контрольной риски ρк для контроля правильности заточки резца.

**1.7.****Расчёт допусков на высотные размеры профиля резца**

Этот этап является весьма ответственным, так как от точности высотных размеров зависит точность получаемых диаметров детали. Для обоснованного назначения допусков на высотные размеры резца нужно руководствоваться следующими соображениями.

При настройке резца на суппорте станка во время обработки деталей обычно измеряется один наиболее точный из всех диаметров фасонной детали. Соответствующий участок фасонного профиля детали и его диаметр называют базовым для измерения. Если оказывается, что этот участок неудобен для измерения, то за базовый участок для измерения принимают другой; при этом его допуск ужесточают по сравнению с заданным на чертеже, делая это из технологических соображений (расчётное значение диаметра оставляют прежним).

Главное требование, которое необходимо выполнить при назначении допусков на исполнительные размеры резца, углы его установки и заточки, состоит в следующем:

Если при обработке детали базовый измерительный диаметр получен годным (лежит в поле допуска), то все остальные размеры диаметров должны оказать внутри своих полей допусков, т.е также быть годными.

Это требование вызвано тем, что резец является монолитным инструментом и не позволяет производить отдельно регулировку каждого размера (диаметра) детали при настройке его установки на станке.

Участок или точку профиля резца в технологическом сечении, обрабатывающие базовый диаметр, назовём базовыми (участком или точкой) для отсчёта исполнительных высот профиля резца. В общем случае они не совпадают с базовым участком или точкой, принятыми для проведения коррекционного расчёта профиля резца. В таком случае необходимо произвести простановку высотных размеров профиля от вновь выбранной базы. То же самое делается и на профиле детали.

**1.8. Расчёт допусков на параметры заточки и установки резца**

На все углы, определяющие заточку и установку резца (, ) принимаются допуски в угловых минутах, численно равные наименьшему допуску на высотный размер профиля резца, выраженный в микрометрах. Допуск на угол равен ±76’.

Допуск на высоту установки оси круглого резца над осью детали определяется дифференцированием формулы

Таким же образом находится допуск на высоту заточки резца или радиус контрольной риски (H или )

**1.9. Оформление рабочего чертежа резца**

На рабочем чертеже резца должно быть размещено необходимое для полного раскрытия конструкции и простановки всех размеров количество проекций, дополнительных разрезов, сечений, видов. Профиль резца задается высотными и продольными размерами, проставленными от выбранных баз. Размеры проставляются с полученными в результате расчета допустимыми отклонениями. Присоединительные размеры должны быть выбраны в соответствии с нормалями. Габаритные и другие размеры без допусков выполняются по 5 или 7 классам точности. На чертеже должны быть проставлены размеры, характеризующие заточку резца - углы и для призматического и - радиус контрольной риски круглого резца.

В технических требованиях должны содержаться указания о марке материала резца, твердости его режущей части и державки, качестве материала и другие требования в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации резца, а также данные для маркировки. На чертеже резца должно быть указано место маркировки.

**1.10 Проектирование шаблона для контроля профиля резца при его изготовлении**

Часто для контроля профиля фасонных резцов в процессе их изготовления применяют шаблоны, которые прикладываются к фасонной задней поверхности резца. По величине просвета судят о точности выполненного профиля резца.

Шаблон имеет те же номинальные размеры профиля, что и фасонный резец, однако допуски на размеры профиля шаблона должны быть в 1,5...2 раза жестче, чем соответствующие допуски резца.

Для контроля шаблона при его эксплуатации, применяем контр-шаблон. Его профиль одинаков с профилем резца, но допуски на размеры профиля в 1,5...2 раза жестче, чем допуски на размеры шаблона.

Шаблон Ш и контр-шаблон КШ изготавливаем из листового материала толщиной 3 мм. Для увеличения износостойкости их закаливаем до твердости 56...64 НRС. Для уменьшения коробления применяем легированную инструментальную стал ХВГ. Мерительные кромки по всему фасонному контуру делаем тоньше основной пластины (0,5 мм.) для облегчения обработки точных размеров профиля и удобства контроля резца.

**1.11 Проектирование державки фасонного резца**

Крепление фасонного резца осуществляем по средствам пальцевой державки. Данная державка состоит из следующих элементов: корпус державки, палец, поводковая и опорная шайбы, втулка, двух регулировочных винтов, гайки и направляющий штифта.

Порядок сборки державки: на палец 2 установить фасонный резец, затем установить опорную шайбу 5, на нее надеть поводковую шайбу 4, вставить всю эту сборочную единицу во втулку 3, предварительно установленную в корпус державки 1, зафиксировать палец во втулке с помощью направляющего штифта, осуществить окончательное закрепление пальца, закрутив на нем гайку 8, установить в корпус державки регулировочные винты 7 и 6.

Регулировка положения резца может осуществляться двумя способами:

1. по средствам регулировочного винта 6.
2. по средствам насеченных на опорной и поводковой шайбах 50 зубцов. Это осуществляется путем ослабления закрепления резца и последующим поворотом опорной шайбы, затем резец закрепляют, завинчивая гайку 8.

**2.Расчет плоской шпоночной протяжки**

Требуется обработать шпоночной протяжкой канавку 8Н8 в отверстии диаметром 30Н7 и длиной 65мм

Размер t составляет *З3.3H12 мм.* Материал обрабатываемой детали – Сталь 45ХН с твердостью НВ -207. Материал протяжки сталь Р6М5К5; протяжка с приваренным хвостовиком. Протягивание производится без смазочно-охлаждающей жидкости на горизонтально протяжном *станке* типа 751 .

Принимаем протяжку с утолщенным телом и хвостовиком. **Суммарный подъем протяжки**

∑h=t-D+ ***fQ*** =33.05-30+0,55=3,6мм;

принимаем 3,6 *мм; fQ =0,55 мм* .

**Ширина тела**

В≈Ь+(2..6)=8+(2..6)=10..14мм

принимаем *В=12.мм.*

**Ширина зубчатой части** Ьn = Ьмакс - ∂ *= 8,027- 0=8,027 мм.*

Подача на зуб *s: =0,06мм* (табл. 10). Шаг зубцов *t=12 мм* (табл. 10). Число одновременно работающих зубцов *zt =* 6 (табл. 8).

**Размеры стружечной канавки** (табл. 9):

*h0* = 5 *мм, r* = 2,5 мм, Fа=19.6 мм

**Коэффициент заполнения впадины**

**Передние и задние утлы** по табл. 12 и 13:

*у = 15° ;α = 4°.*

**Высота режущего выступа** (4) *h'o* = *1.25 h0* = *1.25 5* = *6,25 мм;* округляем до 9мм по табл. 4. что больше

*t - D = 33.05 -30 =3.05мм.*

**Сила протягивания**

**Высота сечения по первом зубцу** , при *[а]* = *20 кг мм2* для протяжки из быстрорежущей стали

принимаем согласно табл 4 *h =18мм*

**Высота по последнему режущему зубцу**

**Количество режущих зубцов**

принимаем 62 зуба.

 **Длина режущей части**.

Хвостовик плоскийпо табл. 6 с размерами**:** *Н,* = h**1** =  *мм*

**Напряжение на растяжение в материале хвостовика**

Калибрующая часть: высота зубцов *Н5* = h, *= мм;* количество зубцов (табл. 15) = 4; шаг *tK* = t = 12мм;

Длина l=t(z +0.5) =12(4+0.5)=54~50мм; стружечная канавка такая же, как у режущих зубцов; фаска *fK* =0,2мм;

Длина гладкой части с учетом, что протяжка будет работать с отключением от станка, составляет

*l = l,-l3+lc+la+l6+l.+l'4* Учитывая, что *13 = 0;*

*1С* = *70*(приложение 1); *1а =20мм; 14=L + 10мм = 65 +10 = 75 ~ 75мм;*

получим

*1= 70 + 20 + 8 + 75 =183мм;* принимаем 185мм.

**Общая длина**

*Lm = I+15+16* = *185 +744+0 = 929 мм;*

округляем до 950 *мм;* допуск ±2 мм.

**Глубина паза в направляющей оправке**

*H = h,+fo=18 + 0.59 = 18.59 мм.*

**Проверка толщины тела оправки по условию** :

**3. Расчет червячной фрезы для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем**

**3.1 Исходные данные**

Модуль нормальный (*m*) – 7,0 мм; угол зацепления (*αw*) – 20; коэффициент высоты головки и ножки зуба (*f*) – 1,0; коэффициент радиального зазора (*с*) – 0,25; число зубьев (*z*) – 18; угол наклона зубьев – 10; направление зубьев – левое; коэффициент коррекции нормальный 0; степень точности – 7 - С; материал – Сталь 40Х; *σв* – 900 мм/мг; вид фрезерования червячной фрезой – окончательное.

**3.2 Выбор профиля зубьев червячной фрезы**

Наша фреза класса А, спрофилирована на основе Архимедова червяка. Данный метод профилирования основан на замене криволинейного профиля боковой стороны в осевом сечении эвольвентного червяка на прямолинейный, близкий к нему. В этом случае приближенного профилирования червячных фрез для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем происходит замена эвольвентного основного червяка на Архимедов червяк. Червячные фрезы, спрофилированные приближенно на основе Архимедова червяка, образуют, по сравнению с другими методами приближенного профилирования, наименьшие погрешности профиля зубьев нарезаемых колес в виде небольшого подреза ножки и среза головки, благоприятно влияющие на условие зацепление сопрягаемой пары зубчатых колес. Кроме того, такие червячные фрезы имеют следующие преимущества:

1. Боковые стороны зубьев Архимедовых червячных фрез можно затыловать в радиальном направлении.
2. Для окончательного контроля профиля боковой стороны зубьев Архимедовых червячных фрез разработаны и используются специальные приборы, обеспечивающие высокую и стабильную точность измерения.

При проектировании чистовых червячных фрез для цилиндрических колес с эвольвентным профилем приближенное профилирование на основе Архимедова червяка является предпочтительным.

**3.3 Порядок расчета основных конструктивных элементов червячной фрезы**

**3.3.1. Число заходов (*Zзах.*)**

Число заходов червячной фрезы является одним из факторов, влияющих на производительность при нарезании цилиндрических колес. На выбор числа заходов червячных фрез влияет степень точности нарезаемых колес и их размеры (число зубьев и модуль). Червячные фрезы, особенно чистовые, проектируются однозаходными. Принимаем *Zзах.*=1.

**3.3.2. Угол подъема винтовой линии по делительному цилиндру (***γmo***)**

Погрешности профиля зубьев нарезаемых колес с эвольвентным профилем, связанные с приближенным профилированием червячных фрез, в значительной степени зависят от величины угла подъема винтовой линии по делительному цилиндру фрез. С увеличением угла подъема винтовой линии по делительному цилиндру величина погрешности профиля зубьев нарезаемых колес возрастает. Вследствие этого для чистовых червячных фрез величина угла подъема винтовой линии по делительному цилиндру принимается не выше 6 градусов 30 минут. Принимаем *γmo*=4,45 градуса.

**3.3.3. Направление винтовой линии по делительному цилиндру.**

Выбор направления винтового гребня червячной фрезы зависит от направления зубьев нарезаемых колес. . Принимаем направление винтовой линии по делительному цилиндру – левое.

**3.3.4. Наружный диаметр (*Dao*)**

Ориентировочная величина наружного диаметра червячной модульной фрезы определяется по формуле:

 мм

В соответствии с ГОСТ 9324-80 Е принимаем *Dao*=124 мм.

**3.3.5. Форма зубьев**

Используем так называемую форму б). Она характеризуется следующими признаками: имеет два участка затылованной задней поверхности, образованные по Архимедовой спирали: первый участок со спадом *К* и второй со спадом *К1*. Первый (основной) участок затылованной задней поверхности формируется окончательно после термической обработки шлифованием. Второй участок предназначен для обеспечения свободного выхода шлифовального круга при обработке первого и формируется затыловочным резцом до термической обработки. Червячные фрезы с зубьями по форме б) характеризуются повышенной точностью размеров профиля и стойкостью. Форма б) зубьев применяется в конструкциях червячных фрез для чистовой и окончательной обработки зубьев нарезаемых колес до 8-й степени точности.

**3.3.6. Число зубьев фрезы в торцевом сечении (*Zo*)**

Число зубьев фрезы в торцевом сечении влияет на количество резов, формирующих боковую сторону зубьев нарезаемых колес. Для повышения точности профиля зубьев нарезаемых колес и производительности обработки предпочтительно принимать максимально допустимое число зубьев.

Ориентировочное число зубьев в торцевом сечении затылованных червячных фрез для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем определяется по формуле:

;

Принимаем *Zo*=9.

**3.3.7. Величина спада задней поверхности зубьев фрез *К* и *К1***

Величина спада задней поверхности зубьев фрезы на первом участке определяется по формуле:

; *αв* – задний угол на вершине зубьев (10-12 градусов). . Принимаем *К*=8,0;

Величина спада задней поверхности зубьев на втором участке принимается равной:

, где *β* – поправочный коэффициент.

Для фрез общего назначения *β*=1,2…1,5.

. Принимаем *К1*=9;

**3.3.8.Глубина профиля (*ho*)**

Величина глубины профиля или шлифованная часть зубьев червячных фрез равна:

 мм;

**3.3.9. Глубина стружечной канавки (*Hk*)**

Размер глубины стружечной канавки определяется в зависимости от формы зубьев червячных фрез.

Для червячных фрез с зубьями по форме б):

 мм;

**3.3.10. Радиус впадины стружечной канавки**

Величина радиуса впадины стружечной канавки определяется по формуле:

 мм;

**3.3.11. Угол впадины стружечной канавки (*ε*)**

Величина угла впадины стружечной канавки принимается в зависимости от числа зубьев фрезы следующих значений:

При *Zo*=9, *ε=*22.

**3.3.12. Диаметр отверстия (*d*)**

В целях увеличения жесткости крепления фрезы диаметр отверстия под оправку следует брать максимально допустимым. Ориентировочное значение размера диаметра отверстия определяется по формуле:

 мм;

По окончательному размеру диаметра отверстия проверяется толщина корпуса фрезы в опасном сечении по формуле:

; где *t1*– размер,

определяющий глубину шпоночного паза от стенки отверстия. Принимаем *t1*=4 мм.

 – верно.

**3.3.13. Общая длина фрезы (*Lo*)**

Приближенное значение величины длины рабочей части червячной фрезы определяется по формуле:

 мм; принимаем *L*=115;

Величина общей длины фрезы определяется по формуле:

где *l1* – длина цилиндрических буртиков, *l1*=4 мм;

*χ* – коэффициент, выбираемый по таблице *χ*=3;

**3.3.14. Диаметр буртиков (*d1*)**

Цилиндрическая поверхность буртиков используется для контроля установки фрезы на станке. Диаметр буртиков принимается равным:

 мм;

**3.3.15. Расчетный диаметр делительного цилиндра (*Dрасч.*)**

Расчетный диаметр делительного цилиндра учитывает изменение ряда геометрических параметров (угол подъема винтовой линии, угол наклона передней поверхности и др.) червячной фрезы при перетачивании ее в процессе эксплуатации. Для уменьшения отклонения эксплутационных значений параметров от расчетных величина расчетного диаметра делительного цилиндра определяется для сечения, расположенного на расстоянии (0,15-0,25) окружного шага от передней поверхности фрезы. В соответствии с этим расчетный диаметр делительного цилиндра определяется по формуле:

 мм;

Принимаем *Dрасч.*= 103.3 мм.

**3.3.16. Расчетный угол подъема винтовой линии по делительному цилиндру (*γmo*)**

Величина расчетного угла подъема винтовой линии по делительному цилиндру определяется по формуле:

;

Принимаем *γmo*=3,59 градуса, то есть 3°35’

**3.3.17. Направление стружечных канавок и угол наклона (*βк*)**

Стружечные канавки для обеспечения одинаковой величины переднего угла на боковых режущих лезвиях зубьев фрезы располагаются нормально к винтовому гребню и выполняется винтовыми. Угол наклона стружечных канавок принимается равным углу подъема винтовой линии по делительному цилиндру, т.е.

*βк*=*γmo*=3,59 градуса.

**3.3.18. Шаг стружечных канавок (*Тк*)**

Величина шага стружечных канавок входит в знаки маркировки фрезы и определяется по формуле:

 мм;

**3.3.19. Осевой шаг зубьев фрезы (*То*)**

Величина шага в осевом сечении фрезы определяется по формуле:

 мм.

**3.3.20. Нормальный шаг зубьев фрезы (*Тn*)**

Величина шага в нормальном сечении фрезы определяется по формуле:

 мм.

**3.3.21. Размеры профиля зубьев червячной фрезы в нормальном сечении**

А) Толщина зуба по делительному цилиндру:

 мм;

*ΔS* - припуск по толщине зубьев нарезаемых колес под дальнейшую обработку. Равна 0, т.к. обработка окончательная.

Б) Высота головки зуба: мм

В) Высота ножки зуба: , где *Си* – коэффициент радиального зазора между головкой зуба нарезаемого колеса и впадиной зуба фрезы. Величина *Си* может быть принята равной величине *с*.

*h2*=*h1*=8.75 мм.

Г) Радиус галтели на головке зуба: мм.

Д) Радиус галтели у ножки зуба: мм

Величина углов профиля правой и левой боковых затылованных задних поверхностей зубьев червячной фрезы в осевом сечении определяется по формулам:

для правой: ;

Принимаем αоп=20,11

для левой: ;

Принимаем αол=19,95

где

