

УДК 621.9.0.42

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ СНИМАЕМОГО МЕТАЛЛА ПРИ РАСТАЧИВАНИИ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ КРУГЛЫМ РЕЗЦОМ

**Сидашенко А.И., к.т.н., профессор, Аветисян В.К., к.т.н., доцент,
Карпусенко А.В. аспирант**

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко)*

Выведены формулы для определения площади среза металла при обработке поверхности гильзы цилиндров круглым резцом, а также площади снимаемого металла резцом, плоскость которого расположена под углом к оси гильзы цилиндра.

Для определения площади среза металла при обработке поверхности гильзы цилиндров рассмотрим такое положение резца, когда его плоскость проходит через ось O_z рис. 1.

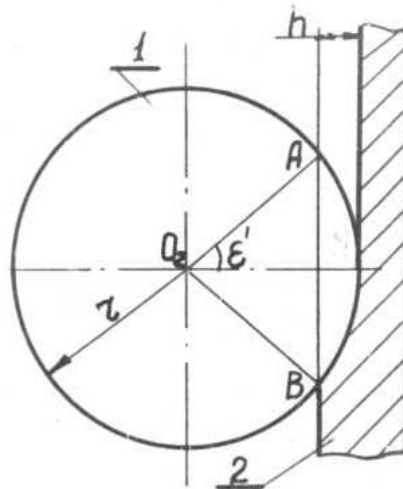


Рисунок 1 – Схема установки расточного круглого резца относительно стенки цилиндра. 1 – резец; 2-цилиндр

Площадь $F_{\text{ср}}$ среза металла гильзы определим следующим образом:

$$\sin \varepsilon' = \frac{AB}{2r} = \frac{\sqrt{2rh - h^2}}{r} \quad (1)$$

где h – глубина резания, равная высоте сегмента.

Площадь $F_{\text{сект}}$ O_2AMB равна:

$$F_{\text{сект}} = r^2 \varepsilon'$$

Площадь F_{Δ} треугольника O_2AMB равна:

$$F_{\Delta} = (r - h)\sqrt{2rh - h^2}$$

А площадь сегмента $F_{\text{сегм}}$

$$F_{\text{сегм}} = r^2 \varepsilon' - (r - h)\sqrt{2rh - h^2} \quad (2)$$

Площадь среза $F_{\text{сп}} < F_{\text{сегм}}$ на величину площади «перекрытия» $F_{\text{п}}$

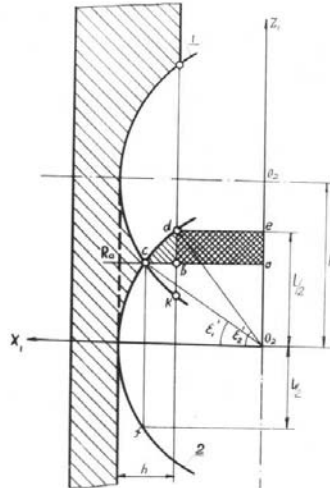


Рисунок – 2 Схема среза металла круглым резцом при его движении вниз:
1 – первое положение; 2 – второе положение

Чтобы определить площадь перекрытия kcd в двух положениях резца (1 и 2) при смещении головки на величину h_1 , рассмотрим величины элементарных площадей $F_1 = abcde$, $F_2 = acde$. Площадь прямоугольника F_1 равна:

$$F_1 = (r - h) \left(\frac{1}{2} - \frac{h_1}{2} \right) = \frac{(r - h)(1 - h)}{2} \quad (3)$$

Для определения площади F_2 найдем уравнение кривой cd

$$y = \sqrt{r^2 - z_1^2}$$

Определяем площадь F_2

$$F_2 = \int_{\frac{h_1}{2}}^{\frac{1}{2}} \sqrt{r^2 - z_1^2} \, dx$$

Подставив значения

$$z = r \sin \varepsilon' \quad dz = r \cos \varepsilon' d\varepsilon'$$

Получим значения

$$\varepsilon'_1 = \arcsin \frac{h_1}{2r}$$

и

$$\varepsilon'_2 = \arcsin \frac{1}{2r}$$

Вычислим интеграл

$$F_2 = \int_{\varepsilon'_1}^{\varepsilon'_2} \sqrt{r^2(1 - \sin^2 \varepsilon')} \cdot r \cos \varepsilon' d\varepsilon' = \frac{r^2}{2} \left(\arcsin \frac{1}{2r} + \frac{1}{2} \sin 2 \arcsin \frac{1}{2r} - \right. \\ \left. - \arcsin \frac{h_1}{2r} - \frac{1}{2} \sin 2 \arcsin \frac{h_1}{2r} \right) \quad (4)$$

Площадь F_n перекрытия равна удвоенной разности площадей F_2 и F_1 , т.е.

$$F_n = r^2 \left(\arcsin \frac{1}{2r} + \frac{1}{2} \sin 2 \arcsin \frac{1}{2r} - \arcsin \frac{h_1}{2r} - \frac{1}{2} \sin 2 \arcsin \frac{h_1}{2r} - (r-h)(1-h_1) \right)$$

или

$$F_n = r^2 \left(\varepsilon'_2 + \frac{1}{2r} \sqrt{1 - \frac{1^2}{4r^2}} - \varepsilon'_1 - \frac{h_1}{2r} \sqrt{1 - \frac{h_1^2}{4r^2}} - (r-h)(1-h_1) \right) \quad (5)$$

Тогда площадь среза равна

$$F_{cp} = -(r-h) \sqrt{2rh - h^2} - \frac{1}{4} \sqrt{4r^2 - 1^2} + \varepsilon'_2 r^2 + \frac{h}{4} \sqrt{4r^2} + (r-h)(1-h_1) \quad (6)$$

Площадь среза круглым резцом остается неизменной независимо от того, будет ли резец неподвижно закреплен на оси O_2 или вращаться вокруг последней. Такой теоретический вывод имеет практическое значение. При вращении круглого резца вокруг своей оси его режущее лезвие равно длине окружности, в результате чего лезвие при резании контактирует с обрабатываемой поверхностью цилиндра различными участками. Это создает хорошие условия для одновременного охлаждения лезвия и резца, что увеличивает его стойкость по сравнению с производственными неподвижными резцами, имеющими плоскую припаянную к основе твердосплавную пластину.

Для определения площади среза металла резцом, установленным под углом γ' (рис. 2) к оси O_z , при обработке поверхности цилиндра необходимо предварительно вычислить площадь контакта резца с металлом в процессе резания. С этой целью рассмотрим сечение цилиндра плоскостью, проходящей через лезвие резца (рис. 3).

Из рисунка видно, что в сечении получим эллипс (внутренний):

$$\frac{x_1^2}{(R+r-h)^2} + \frac{z_1^2 \sin^2 \gamma'}{(R+r-h)^2} = 1. \quad (7)$$

Уравнение режущей кромки резца в плоскости сечения имеет вид

$$(x_1 - R)^2 + z_1^2 = r^2. \quad (8)$$

Резец выбирает в цилиндре металл по форме «лунки» (в дальнейшем кавычки опускаются). Для определения площади лунки необходимо знать координату x_1 .

Координата x_1 равна:

$$x_1 = -R \sin^2 \gamma' \pm \sqrt{\frac{V(R+r-h)^2 \cos^2 \gamma' - r^2 \sin^2 \gamma' + R^2 \sin^2 \gamma'}{\cos^2 \gamma'}} \quad (9)$$

Площадь F_k – контакта резца в плоскости эллипса равна

$$F_k = F_{кр} - F_{y\epsilon}, \quad (10)$$

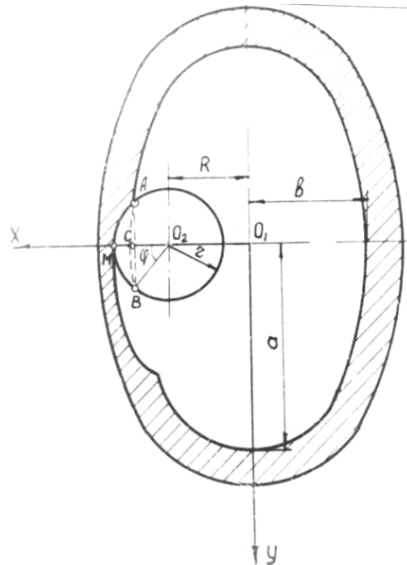


Рисунок – 3 Сечение цилиндра плоскостью, параллельной режущей кромке резца

где $F_{кр}$ – площадь сегмента круга;

$F_{y\epsilon}$ – площадь сегмента эллипса

Определим площадь сегмента круга

$$F_{кр} = r^2 \varphi - (r - h_2) \sqrt{2rh_2 - h_2^2} \quad (11)$$

где h_2 – высота сегмента и она равна

$$h_2 = R + r - x_1$$

Тогда угол контакта резца с обрабатываемым металлом определяется из уравнения:

$$\varphi = LMO_2 = \arcsin \frac{\sqrt{2rh_2 - h_2^2}}{r}$$

Определим площадь сегмента эллипса $F_{эл}$

$$F_{y\epsilon} = \frac{1}{2} \pi ab - ab \arcsin \frac{x_1}{a} - \frac{bx_1}{a} \sqrt{a^2 - x_1^2} \quad (12)$$

где a и b – полуоси эллипса (6)

Подставляя значения (10) и (11) в равенство (9) получим

$$F_k = r^2 \varphi - (r - h_2) \sqrt{2rh_2 - h_2^2} - \frac{1}{2} \pi ab + ab \arcsin \frac{x_1}{a} + \frac{bx_1}{a} \sqrt{a^2 - x_1^2}$$

Или, в других обозначениях

$$F_k = r^2 \arcsin \frac{\sqrt{r^2 - (R - x_1)^2}}{r} - (x_1 R) \sqrt{r^2 - (R - x_1)^2} - \frac{\pi (R + r - h)^2}{2 \sin \gamma'} + \\ + \frac{(R + r - h)^2}{\sin \gamma'} \arcsin \frac{x_1}{(R + r - h)} + \frac{1}{\sin \gamma'} \sqrt{(R + r - h)^2 - x_1^2} \quad (13)$$

Определим площадь F_{cp} среза, для чего проектируем площадь F_k – контакта резца на плоскость, перпендикулярно к вектору абсолютной скорости точки O_2 (рис. 4)

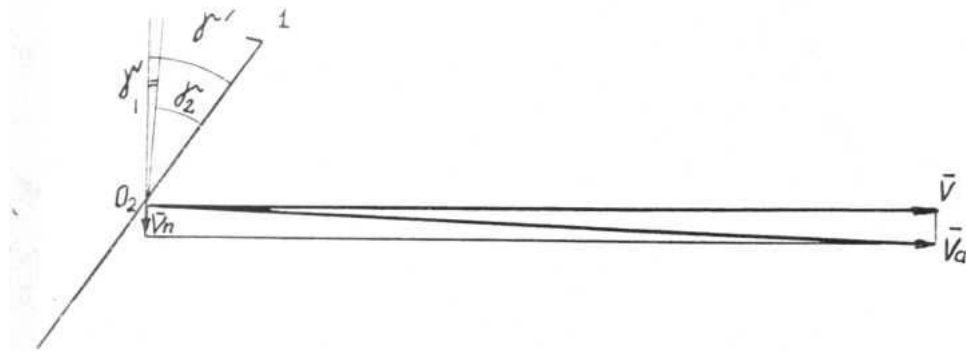


Рисунок – 4 Схема для определения скорости точки O_2

$$F_{cp} = F_k \cos \gamma_2 \quad (14)$$

где γ_2 - угол между вектором абсолютной скорости точки O_2 и вектором скорости \bar{V} .

Скорость V точки O_2 равна $\omega_1 R$

Скорость подачи $V_i = \frac{S}{T}$,

где S – подачи мм/об

T – время одного оборота головки

Принимая число оборотов головки $n=1200$ об/мин, при подаче

$S=0,2$ мм/об, время одного оборота головки $T = \frac{1}{20}$ с, находим скорость подачи

$$V_i = 0,4 \text{ см/с}$$

Угловая скорость головки $\omega_1 = 125,6$ с, радиус головки 5 см, тогда скорость точки O_2 головки $V_{o_2} = 628$ см/с.

Из рис. 4 видно, что

$$\gamma_2 = \gamma' - \gamma_1$$

$$\text{но } \text{tg} \gamma_1 = \frac{V_n}{R \omega_1},$$

ПОЭТОМУ

$$\gamma_1 = \arctg \frac{V_n}{R\omega_1}$$

Отношение скорости точки O_2 к скорости подачи равно 1570, отсюда величина угла γ_1 , очень мала и ею можно пренебречь. Тогда $\gamma_1 \approx \gamma_2$ и равенство (13) примет вид:

$$F_{cp} = F_k \cos \gamma_1 \quad (15)$$

Список литературы:

1. Эдвард Трент, Пауль Райт. Резание металлов. 4-е издание, дополненное. Департамент металлургии и материалов университета Бирмингем. 2004г. 400стр.
2. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов. М.: Высшая школа, 1986, 304 стр.

Анотація

Визначення площі знімається металу при розточуванні гільзи циліндрів круглим різцем

Сідашенко О.І., Аветисян В.К., Карпусенко О.В.

У статті даний детальний аналіз типів конструкцій комбінованих інструментів для відновлення внутрішньої поверхні гільз циліндрів автотракторних двигунів

Abstract

Analysis of constructions of the combined instruments for renewal of cylinders

Sidashenko A.I., Avetysyan V.K., Karpusenko A.V.

In the article the detailed analysis of types of constructions of the combined instruments is given for renewal of internal surface of shells of cylinders of motor-vehicle and tractor engines