

УДК 621.86

І. Стойко¹, канд. техн. наук; П. Гнатю²

¹Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

²Бережанський агротехнічний інститут Національного аграрного університету

РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗРІЗУ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ ГНІЗД ДИСКА ВИСІВНОГО АПАРАТА ЧЕРВ'ЯЧНОЮ ФРЕЗОЮ ПОСТІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Розглянуто методику визначення величини поперечного перерізу зрізу при фрезеруванні черв'ячною фрезною постійної установки в умовах безперервних змін у процесі різання товщини стружки, що викликає безперервну зміну навантаження на інструмент. Визначено параметри, від яких залежить поперечний переріз зрізу, і адаптовано обґрунтування до операції фрезерування гнізд диска висівного апарата.

Ключові слова: поперечний переріз зрізу, черв'ячна фреза, різання, миттєва площа зрізу.

I.Stojko, P.Gnatjo

CALCULATION OF CROSS-SECTION SECTION OF A CUT AT MILLING JACKS OF THE SOWING DEVICE BY A WORM MILL OF CONSTANT INSTALLATION

It is considered{examined} a technique of definition of size of cross-section section of a cut at milling by a worm mill of constant installation in conditions of continuous changes of thickness of a shaving during cutting that causes continuous change of loading on the tool. Parameters are certain. On which the cross-section section of a cut depends and is adapted substantiations before operation of milling of jacks of a disk of the sowing device.

Key words: cross-cutting, hob, cutting instantaneous shear section.

Продуктивність процесу різання в значній мірі визначається стійкістю різального інструмента, оскільки стійкість найбільше залежить від швидкості різання як основного фактора зношення. Наміри теоретичного розрахунку зношення за допомогою єдиної формули не увінчалися успіхом. Цьому перешкоджає надзвичайна складність процесу різання, на перебіг якого впливають дуже багато параметрів в різноманітних поєднаннях.

У процесі проектування режимів різання необхідно комплексно вирішувати питання продуктивності, якості і економічності оброблення. У минулому в якості критерію найвигіднішого оброблення приймали максимальний виробіток (найменшу трудомісткість), вважаючи, що режими різання, які забезпечують найбільший випуск продукції, найбільш економічні; прискорення оброблення викликає не тільки здешевлення самої операції, але і скорочення капітальних витрат (зменшення обладнання, виробничих площ). Дослідження показують, що із збільшенням добутку швидкості різання і подачі v_s вартість оброблення зростає в основному за рахунок розходів, зв'язаних із зношенням інструментів, в той час як заробітна плата і вартість електроенергії залишаються майже незмінними.

Стійкість фрез, а відповідно, і продуктивність фрезерування в значній мірі зв'язані з динамічним характером процесу, з неминучими при цьому механічними і тепловими ударами, що викликають вібрування і руйнування різальних крайок інструмента. Цьому сприяють: надзвичайно великі площі поперечного перерізу зрізу і глибини різання; зміна розміру зрізу в процесі роботи; врізання і вихід з контакту окремих зубів фрези; биття фрези з причини нерівномірного заточування і прогину оправу фрези; недостатня жорсткість системи ВПД.

Сили різання при фрезеруванні досягають досить великих значень, і необхідні значні потужності для експлуатації фрезерних, особливо зубофрезерних верстатів. В процесі фрезерування черв'ячною фрезою спостерігається нерівномірність навантаження на зуби фрези в процесі її обкатування, особливо це актуально для фрезерування фасонних профілів, коли застосовуються черв'ячні фрези певної установки, які профілюють впадину деталі за змішаним методом обкатування і копіювання. Ці сили неважко визначити, якщо відомо питомий тиск різання p , тобто тиск, віднесений до 1 мм^2 площі зрізу. При зубофрезеруванні p – величина змінна, яка також залежить для даного оброблюваного матеріалу від розміру стружки, що знімається, та інших факторів. Але тут розрахунок ускладнюється внаслідок безперервної зміни в процесі різання товщини стружки, що викликає безперервну зміну навантаження інструмента.

Питаннями розрахунку поперечного перерізу зрізу, у тому числі і при фрезеруванні, присвячені роботи Вульфа А.М. [1], багатьох інших вчених-дослідників, технологів, однак низка питань залишається невирішеною і потребує подальшого опрацювання. Тому метою даної роботи є розрахунок поперечного перерізу зрізу при фрезеруванні гнізд диска висівного апарата черв'ячною фрезою постійної установки, результати якого дозволять у подальшому планувати періоди до затуплення інструмента, визначати його стійкість, а також оцінювати динаміку процесу фрезерування складних профілів деталей.

Фрезерування гнізд у диску висівного апарата проводиться на зубофрезерному верстаті спеціальною фрезою постійної установки. Метод фрезерування характерний тим, що чистовий розмір гнізда формується тільки після проходження останнього чистового зуба фрези [2]. Параметри гнізда диска висівного апарата і черв'ячна фреза постійної установки наведені на рис. 1.

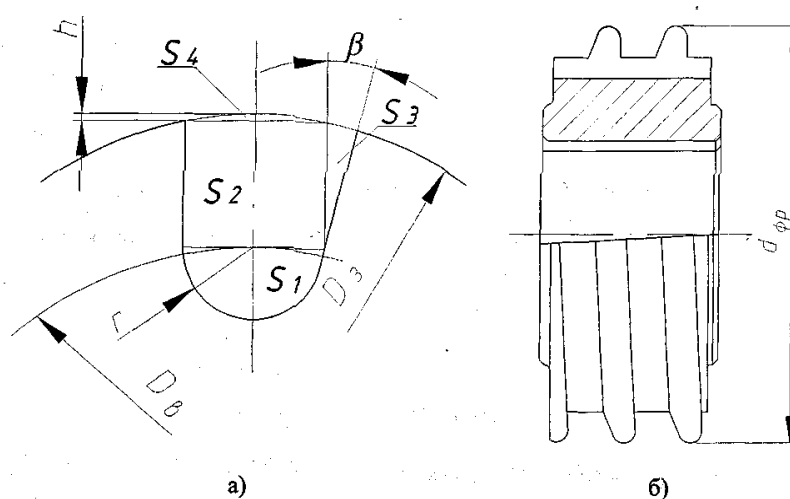


Рисунок 1 – Параметри диска висівного апарата (а) і черв'ячна фреза постійної установки (б)

У даній конструкції диска висівного апарата D_3 – зовнішній діаметр диска в мм; D_6 – діаметр кола центрів радіусів гнізд в мм; h – висота сегмента гнізда, мм; b – довжина гнізда, мм; r – радіус округлення впадини, мм; β – кут нахилу бокової поверхні гнізда, град; z – кількість гнізд.

В операції механічного оброблення, крім обертання і подачі фрези, проходить також обертання виробу (диска), причому кожний зуб фрези знімає стружку, яка різна за величиною і є складною за формою. Враховуючи малий розмір окремих стружок, доцільно розраховувати середнє значення площі зрізу $f_{зр}$, який знімається всіма одночасно працюючими зубами фрези, за відомим способом [1, с. 262]:

$$f_{зр} = \frac{W}{v} \text{ мм}^2, \quad (1)$$

де W – об’єм знятого металу в $\text{см}^3/\text{хв}$; v – швидкість різання в $\text{м}/\text{хв}$.

Об’єм усіх гнізд диска висівного апарата W_0 буде дорівнювати:

$$W_0 = S \cdot b, \quad (2)$$

де S – площа гнізда диска, мм^2 .

Площу гнізда диска визначаємо за окремими елементами гнізда (рис. 1а), використовуючи математичні формули і розрахунки [3]:

$$S_1 = \frac{\pi r^2}{2}; \quad (3)$$

$$S_2 = 2r \left(\frac{D_3 - D_6}{2} - h \right); \quad (4)$$

$$S_3 \approx \frac{1}{8} (D_3 - D_6)^2 \text{tg}\beta; \quad (5)$$

$$S_4 \approx \frac{2r \frac{D_3 - D_6}{2} - 2r \left[\left(\frac{D_3 - D_6}{2} \right) - h \right]}{2} \approx rh. \quad (6)$$

Параметр h у формулах (4) і (6) доцільно визначити через конструктивні розміри креслення, використовуючи відому геометричну формулу (висота сектора круга) [3]:

$$h = \frac{D_3}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{4 \frac{D_3^2}{4} - 4r^2} = \frac{1}{2} \left(D_3 - \sqrt{D_3^2 - 4r^2} \right). \quad (7)$$

Підставивши формулу (7) у формули (4) і (6), отримаємо площу елементів гнізда S_2 і S_4 :

$$S_2 = r \left(\sqrt{D_3^2 - 4r^2} - D_6 \right) \quad (8)$$

$$S_4 = r \left(D_3 - \sqrt{D_3^2 - 4r^2} \right). \quad (9)$$

Загальна площа гнізда диска визначається як:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4. \quad (10)$$

Підставивши у формулу (10) значення формул (3), (5), (8), (9), отримуємо формулу для визначення площі гнізда диска, використовуючи параметри креслення деталі:

$$\begin{aligned} S &= \frac{\pi r^2}{2} + r \left(\sqrt{D_3^2 - 4r^2} - D_6 \right) + \frac{1}{8} (D_3 - D_6)^2 \text{tg}\beta + r \left(D_3 - \sqrt{D_3^2 - 4r^2} \right) = \\ &= \frac{\pi r^2}{2} + r(D_3 - D_6) + \frac{1}{8} (D_3 - D_6)^2 \text{tg}\beta \end{aligned}$$

Використавши формулу (2), вирахуємо об’єм усіх гнізд диска висівного апарата (проміжні математичні перетворення не наводяться):

$$W_0 = Sb = \left[\frac{\pi r^2}{2} + r(D_3 - D_6) + \frac{1}{8} (D_3 - D_6)^2 \text{tg}\beta \right] \frac{b}{1000} \text{ см}^2. \quad (11)$$

Цей об’єм металу знімається за час оброблення усього диска T , хв., причому

$$T = \frac{b}{s \cdot n_e}, \quad (12)$$

де s – подача фрези за один оберт виробу, мм/об; n_e – число обертів виробу за 1 хв.

Тоді об'єм металу, що знімається за 1 хв., буде дорівнювати:

$$W = \frac{W_0}{T} = \left[\frac{\pi r^2}{2} + r(D_3 - D_6) + \frac{1}{8}(D_3 - D_6)^2 \operatorname{tg} \beta \right] \frac{s n_e}{1000} \quad (13)$$

Розділивши рівняння (13) на швидкість різання $v = \frac{\pi d_\phi n_\phi}{1000}$, де d_ϕ – діаметр фрези; n_ϕ – оберти фрези в хв., отримаємо середню площу зрізу:

$$f_{зр} = \frac{W}{v} = \left[\frac{\pi r^2}{2} + r(D_3 - D_6) + \frac{1}{8}(D_3 - D_6)^2 \operatorname{tg} \beta \right] \frac{s n_e}{\pi d_\phi n_\phi} \text{ мм}^2. \quad (14)$$

Оскільки $\frac{n_e}{n_\phi} = \frac{k}{z}$, де $k=1$ – число заходів фрези, отримаємо:

$$f_{зр} = \left[\frac{\pi r^2}{2} + r(D_3 - D_6) + \frac{1}{8}(D_3 - D_6)^2 \operatorname{tg} \beta \right] \frac{s}{\pi d_\phi z} \text{ мм}^2. \quad (15)$$

Конструкція диска висівного апарата характерна наступними конструктивними параметрами: $D_3=100$ мм, $D_6=95$ мм, $z=24$, $r=2,5$ мм, $\beta=15^\circ$. У цьому випадку формула середньої (миттєвої) площі зрізу при фрезеруванні черв'ячною фрезою постійної установки буде мати вигляд:

$$f_{зр} = 0,31 \frac{s}{d_\phi}, \text{ мм}^2. \quad (16)$$

Графічно зміна середньої (миттєвої) площі зрізу від подачі фрези на оберт деталі і від діаметра фрези зображені на рис. 2, 3.

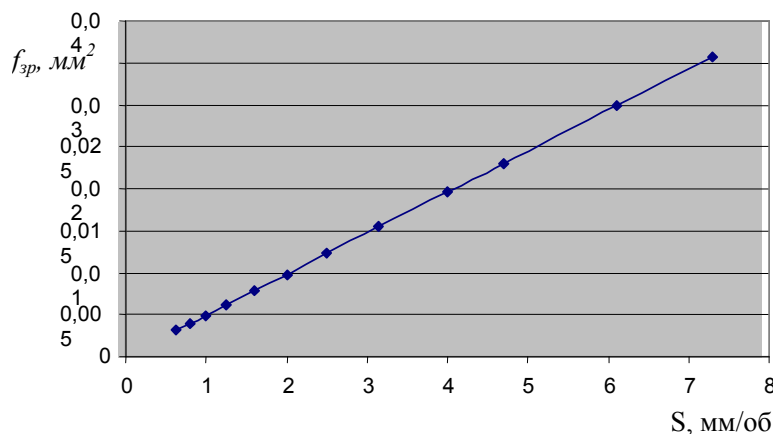


Рисунок 2 – Залежність середньої (миттєвої) площі зрізу від подачі фрези на один оберт деталі при $d_{фр}=63$ мм

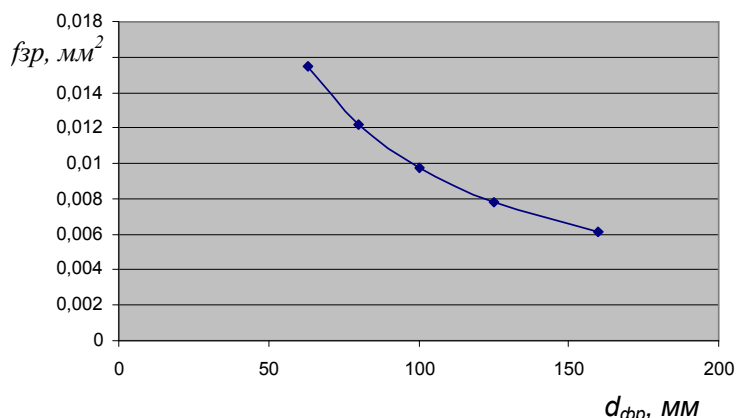


Рисунок 3 – Залежність середньої (миттєвої) площі зрізу від діаметра фрези при $s=3,15\text{мм/об}$

Висновки

Середній (миттєвий) розмір поперечного перерізу зрізу, який знімається спеціальною черв'ячною фрезою постійної установки при фрезеруванні гнізд диска висівного апарата, залежить від параметрів гнізда, діаметра фрези і подачі фрези на один оберт виробу.

Збільшення подачі фрези на один оберт виробу веде до збільшення середнього розміру поперечного перерізу зрізу, а збільшення зовнішнього діаметра черв'ячної фрези постійної установки зменшує середню площу зрізу.

Література

1. Вульф А.М. Резание металлов. Изд. 2-е. Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1973. – 496 с.
2. Стойко І.І., Гнатю П.М. Особливості конструкції та розрахунок спеціальної черв'ячної фрези постійної установки. Процеси механічної обробки в машинобудуванні. Збірник наукових праць. Випуск 4. – Житомир: В-во ЖНТУ, 2006. – С.175-183.
3. Ляпин В.А., Людмирский И.М. Расчет технологических размеров: Справочник. – К.: Техніка, 1980. – 128 с.
4. Родин П.Р. Основы формообразования поверхностей резанием. – К.: Вища школа, 1977. – 191 с.
5. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. – М.: Машиностроение, 1976. – 440 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

Одержано 25.02.2009 р.