

Н.С. Равська, д.т.н., професор,

О.А. Охріменко, к.т.н., доцент,

І.В. Оконченко, магістрант

Національний технічний університет України «КПІ»

УМОВИ НЕПІДРІЗАННЯ ПРОФІЛЮ ГВИНТОВОЇ ПОВЕРХНІ УТВОРЕНОЮ ДИСКОВИМ ІНСТРУМЕНТОМ ПРЯМОЛІНІЙНОЇ ФОРМИ

В роботі досліджено умови не підрізання профілю гвинтових канавок свердел утворених дисковим інструментом прямолінійної форми. Визначені раціональні установочні параметри круга при яких гвинтова поверхня стружкороздільної канавки свердла утворюється без підрізання.

Ключові слова: *різальний інструмент, свердло, заточування, гвинтові поверхні.*

Вступ. В сучасному машинобудуванні одним найбільш вживаним інструментом при обробці отворів залишаються спіральні свердла.

В даний час багато свердел суцільної конструкції виготовляються на спеціалізованих верстатах з ЧПК, одними із таких є верстати моделі Schutte 305, Rollomatic GrindSmart®528XS та інші. Особливістю виготовлення свердел на таких верстатах є те, що гвинтова канавка виготовляється дисковим інструментом прямолінійної форми - кругом плоскої форми ПП (ГОСТ 2424-83), 1А1 (ГОСТ 17123-79). Розробники такого обладнання [1, 2] надають користувачеві кінцевий набір значень параметрів для виготовлення канавок такого інструменту, що визначають форму стружкороздільної канавки від, якої в свою чергу залежить форма різальної кромки свердла.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. В роботах [3, 4] досліджено визначення форми канавки такого інструменту при її виготовленні кругами (інструментом) прямолінійної форми. Було встановлено, що форма стружкороздільної гвинтової поверхні свердла при такому формоутворенні буде складатись з двох ділянок, які утворюються торцевою кромкою шліфувального круга і його циліндричною поверхнею при їх гвинтовому русі відносно осі свердла. Також було встановлено, що на профілі стружкороздільної канавки свердла може виникати явище підрізання, а саме дві ділянки, які сформовані на профілі стружкороздільної канавки не мають плавного спряження.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Тому виникає питання знаходження таких параметрів установки шліфувального круга при яких буде відсутнє, явище підрізання, що відповідає виконанню другої умови формоутворення. Що призводить до відсутності створення концентратора напружень на стружкороздільній канавці, а це особливо важливо при експлуатації свердел малих діаметрів або свердел, що виготовленні з твердого сплаву, які чутливі до таких концентраторів напружень.

Постановка завдання. Мета роботи полягає в підвищенні якості проектування технології виготовлення гвинтової канавки свердла дисковим кругом прямолінійної форми і визначення таких установочних дискового інструменту при яких буде виконуватись друга умова формоутворення при обробці гвинтової канавки свердла.

В роботі [4] запропонована наступна схема розташування дискового інструменту при формоутворенні гвинтової канавки свердла (рис.1а). і вирішена задача формоутворення стружкороздільної гвинтової канавки спіральних свердел дисковим інструментом прямолінійної форми. При такій установці стружкороздільної канавка утворюється периферійною частиною круга, при чому та частина канавки, яка лежить на різальній кромці

утворюється точками круга, що знаходяться на торцевій його частині, а не робоча частина канавки «затилко» – утворюється циліндричною поверхнею круга при їх гвинтовому русі відносно осі свердла. Підрізання на профілю деталі виникає при наявності особливих точок на профілю – точок повернення (рис.1б).

Визначення умов формоутворення стружкороздільної канавки свердел. Розглядаються наступні системи координат (рис.1): $S(X, Y, Z)$ – нерухома система зв'язана з деталлю – свердло, вісь X співпадає з віссю свердла; $S_2(X_2, Y_2, Z_2)$ – рухома система зв'язана із шліфувальним інструментом, який обробляє стружкороздільну канавку свердла, вісь Y_2 співпадає з віссю шліфувального круга і вісь Z_2 перетинається з віссю Z на радіусі серцевини свердла; $S_1(X_1, Y_1, Z_1)$ – рухома допоміжна система координат.

При вибраних системах координат установочними параметрами будуть: D_d – діаметр шліфувального круга; R_d – радіус шліфувального круга; D – зовнішній діаметр свердла; d_0 – діаметр серцевини свердла; r_0 – радіус серцевини свердла; β – кут розвороту шліфувального круга; δ – кут нахилу шліфувального круга; A_0 – радіус вектор, що з'єднує початок систем координат $S_2(X_2, Y_2, Z_2)$ і перпендикулярний до осі X ;

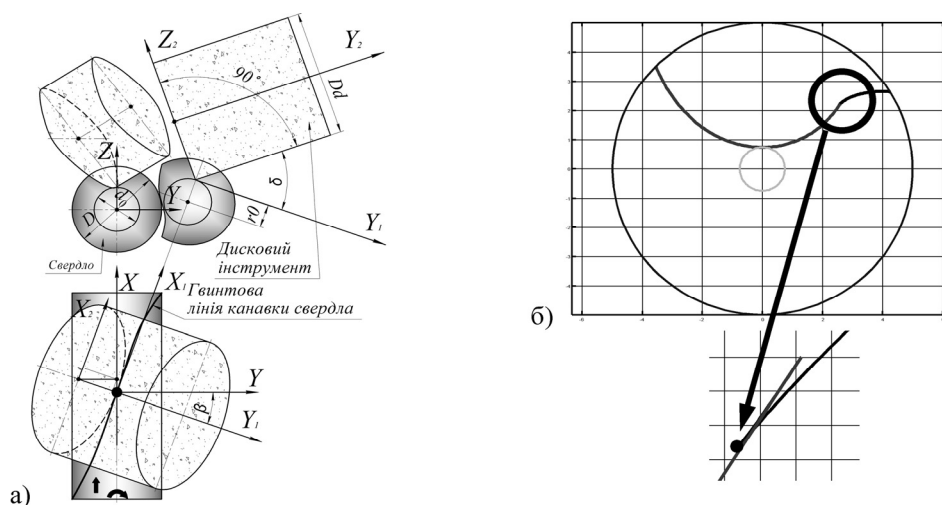


Рис.1. Схема формоутворення: а) установочні параметри, б) профіль отриманої поверхні з підрізанням профілю.

Рівняння зв'язку координат між системами $S(X, Y, Z)$ та $S_2(X_2, Y_2, Z_2)$:

$$\begin{cases} X = p\phi + \sin \beta (\sin \delta (R_d + Z_2) - Y_2 \cos \delta) + X_2 \cos \beta \\ Y = (r_0 + \cos \delta (R_d + Z_2) + Y_2 \sin \delta) \sin \phi + \\ (\cos \beta (Y_2 \cos \delta - (R_d + Z_2) \sin \delta) + X_2 \sin \beta) \cos \phi \\ Z = (r_0 + \cos \delta (R_d + Z_2) + Y_2 \sin \delta) \cos \phi - \\ (\cos \beta (Y_2 \cos \delta - (R_d + Z_2) \sin \delta) + X_2 \sin \beta) \sin \phi \end{cases}, \quad (1)$$

де, ϕ – параметр, що відповідає за гвинтовий рух шліфувального круга відносно осі свердла (вісь X);

p – гвинтовий параметр стружкороздільної канавки свердла, розраховується за залежністю:

$$p = \frac{D}{2 \operatorname{tg} \omega}, \quad (2)$$

Рівняння контакту роботи [4], буде наступне:

$$\begin{aligned} \bar{N}\bar{V} &= \cos t(p \cos \beta + \sin \beta(r_0 + R_d \cos \delta + u \sin \delta)) + \\ \sin t(\cos \beta(r_0 \sin \delta + u) - p \sin \beta \sin \delta) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Дана задача зводиться до визначення точок повернення на профілі, що формуються циліндричною частиною круга. Для цього необхідно використовуючи рівняння торцевої поверхні, яке утворюється при огинанні циліндричною поверхнею круга (3) вирішити наступну систему рівнянь відносно параметру - u - параметр, що відповідає за положення точки вздовж осі шліфувального круга. При чому робоча поверхня круга описується зміною цього параметру $u[0, u_{max}]$.

$$\begin{cases} Y_{TRd1} = f_1(r_0, \beta, \delta, u); \frac{\partial Y_{TRd1}}{\partial u} = 0 \\ Z_{TRd1} = f_2(r_0, \beta, \delta, u); \frac{\partial Z_{TRd1}}{\partial u} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

де, Y_{TRD1} , Z_{TRD1} – координати точок торцевого перерізу отриманої гвинтової поверхні [4]
 r_0 – радіус серцевини свердла; β - кут розвороту шліфувального круга; δ - кут нахилу шліфувального круга – установочні параметри шліфувального круга.

Для перевірки отриманих результатів (4) використаємо метод запропонований [5]. Якщо точка повернення на є профілі, який є огинаючою сімейства поверхонь то вона визначається системою рівнянь:

$$\begin{aligned} NV &= 0 \\ g_{f01} &= 0 \end{aligned} \quad (5)$$

де

$$g_{f01} = \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial t} NV & \frac{\partial}{\partial u} NV & \frac{\partial}{\partial \phi} NV \\ \frac{\partial}{\partial t} R_{1X} & \frac{\partial}{\partial u} R_{1X} & V_X \\ \frac{\partial}{\partial t} R_{1Y} & \frac{\partial}{\partial u} R_{1Y} & V_Y \end{vmatrix} \quad (6)$$

- рівняння швидкості [4]:

$$\bar{V} = \begin{pmatrix} p \cos \beta + \sin \beta(r_0 + R_d \cos \delta(1 + \sin t) + u \sin \delta) \\ \cos \beta(r_0 \cos \delta + R_d(1 + \sin t)) - \sin \beta(p \cos \delta + R_d \sin \delta \cos t) \\ - \cos \beta(r_0 \sin \delta + u) + \sin \beta(p \sin \delta - R_d \cos \delta \cos t) \end{pmatrix} \quad (7)$$

- рівняння циліндричної поверхні круга шліфувального круга в системі $S_2(X_2, Y_2, Z_2)$ [4]:

$$(R_{1X} = R_d \cos t; R_{1Y} = u; R_{1Z} = R_d \sin t) \quad (8)$$

Підставивши (3), (7), (8) в (6) отримуємо наступну залежність:

$$\begin{aligned} g_{01} &= R_d (R_d \sin t (\sin t \cos \beta - \sin \delta \cos t \sin \beta) (\cos \beta(r_0 \cos \delta + R_d \sin t + R_d) - \\ &\sin \beta (p \cos \delta + R_d \sin \delta \cos t) - (\sin \beta (\sin t(R_d \cos \delta + u \sin \delta + r_0) - \\ &p \sin \delta \cos t) + \cos \beta) (\cos t (r_0 \sin \delta + u) + p \sin t)) \sin \beta (R_d \cos \delta \cdot (\sin t + 1) + \\ &u \sin \delta + r_0) + p \cos \beta)) \end{aligned} \quad (9)$$

Підставляючи (3) і (9) в систему рівнянь (5) визначаємо такі установочні параметри шліфувального круга при яких значення параметру u буде лежати за межами $u[0, u_{max}]$, що описують робочу ділянку шліфувального круга. Так як підрізання виникає в зоні де сти-

каються дві ділянки профілю, для якої із них $u=0$. Тому необхідно визначити граничні значення зміни установочних параметрів для яких точка повернення формувалась відповідною точкою поверхні круга з параметром $u=0$. Це буде обмеження у виборі установочних параметрів круга.

За допомогою системи автоматизації математичних розрахунків *Matlab* було розраховано граничні криві(обмеження) установочних параметрів шліфувального круга β та δ за залежностями (4), або (5) при яких буде відсутня точка на поверхні круга, яка буде формувати особливу точку на огинаючому профілі гвинтової поверхні свердла (рис.2, 3) в залежності від діаметру круга. Робоча область в якій лежать значення установочних параметрів кругів знаходиться ліворуч від граничної кривої.

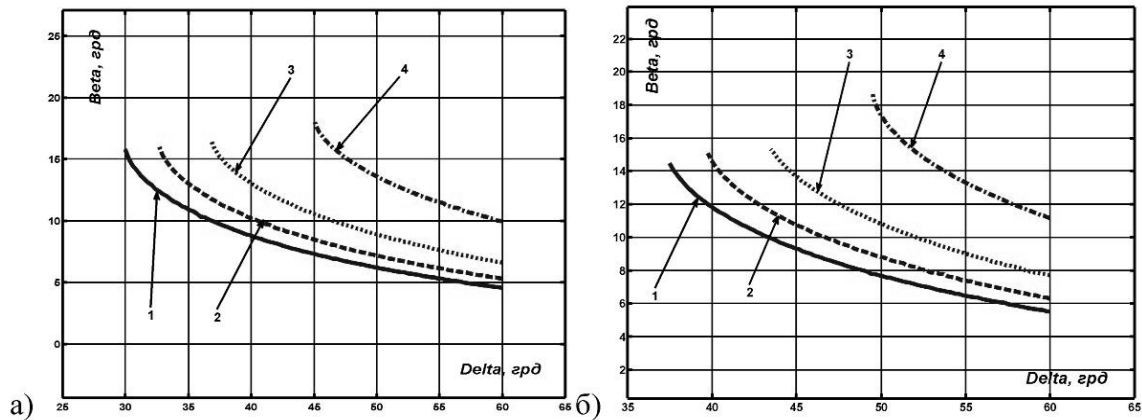


Рис.2. Граничні умови вибору установочних параметрів круга при формуванні профілю стружкороздільної канавки свердла $D=1\text{мм}$, $d_0=0.3D$, а) $\omega=30^\circ$, б) $\omega=35^\circ$. Діаметр шліфувального круга 1-100мм, 2-75мм, 3-5мм, 4-25мм.

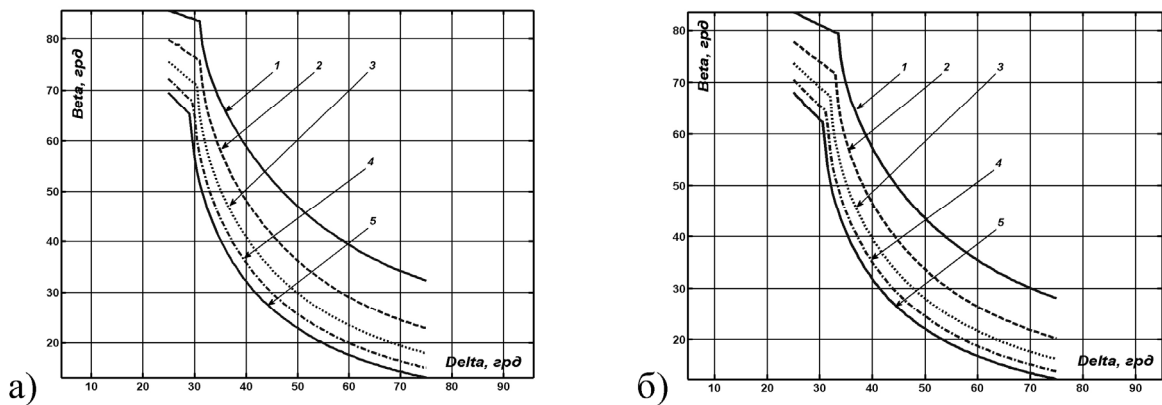


Рис.3. Граничні умови вибору установочних параметрів круга при формуванні профілю стружкороздільної канавки свердла $D=10\text{мм}$, $d_0=0.15D$, а) $\omega=30^\circ$, б) $\omega=35^\circ$. Діаметр шліфувального круга 1-50мм, 2-75мм, 3-100мм, 4-125мм, 5-150мм.

За результатами розрахунків (рис. 2, 3) визначено установочні параметри шліфувального круга прямолінійного профілю β (*Beta*) та δ (*Delta*), що дозволяють обробити гвинтову канавку свердла без підрізання профілю. Встановлено, що діапазон змін кутів β (*Beta*) та δ (*Delta*) за значеннями більше для свердел з більшим діаметром (рис.3) – 10мм ніж для свердел з меншими значеннями діаметру (рис.2) – 1мм.

Висновок. В роботі розглянуто визначення умов відсутності підрізання на профілю гвинтової поверхні утвореною дисковим інструментом прямолінійної форми. На прикладі свердел діаметром 1мм та 10мм показані граничні умови для визначення установочних

параметрів круга при яких буде виконуватись друга умова формоутворення при обробці таких свердел. Встановлено, що за своїми значеннями діапазон зміни установочних параметрів інструменту прямолінійної ширше для свердел більшого діаметру.

Список літератури:

1. <http://www.rollomatic.ch/nc/ru/produkcija/zatochnyestanki>. [Електронний ресурс]
2. <http://www.schuetteuk.co.uk/grinding.htm>. [Електронний ресурс]
3. Домнин П.В. Разработка процесса формообразования фасонных винтовых поверхностей инструментов на основе применения стандартных концевых и торцевых фрез. [Текст] Автореферат дисс. на соискание к.т.н. Москва, ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН» 2012-26с.
4. Равська Н.С./ Особливості формоутворення гвинтової канавки спіральних свердел дисковим інструментом прямолінійної форми. [Текст] // Равська Н.С., Охріменко О.А., Плівак О.А. Вісник Національного технічного університету України «КПІ» «Машинобудування». №64. 2012. Київ. С.136-145.
5. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. [Текст] / Литвин Ф.Л. - М.: Наука, 1968. – 586 с.

© Н.С. Равская, А.А. Охрименко, И.В. Оконченко

УДК 623.451:519.6

Н.С. Равская, д.т.н., профессор,

А.А. Охрименко, к.т.н., доцент,

И.В. Оконченко, магистрант

Национальный технический университет Украины «КПИ»

УСЛОВИЯ НЕПОДРЕЗАНИЯ ПРОФИЛЯ ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗОВАННОЙ ДИСКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ ФОРМЫ

В работе исследованы условия подрезания профиля винтовых канавок сверл образованных дисковым инструментом прямолинейной формы. Определены рациональные установочные параметры круга, при которых винтовая поверхность стружкоразделительной канавки сверла образуется без подрезания профиля.

Ключевые слова: *режущий инструмент, сверло, заточка, винтовые поверхности.*

UDC 623.451:519.6

N. Ravskaja, Professor,

A. Ohrimenko, Ph.D,

I. Okonchenko, Graduate

National Technical University of Ukraine «KPI»

CONDITIONS UNDERCUTTING PROFILE SCREW SURFACE IS FORMED BY THE DISK TOOL RECTILINEAR FORMS

We studied the conditions undercutting Profile helical grooves formed drills disk tool rectilinear form. The rational range of settings in which the helical surface drill grooves formed without undercutting profile.

Keywords: *cutting tools, drill, grinding, screw surface.*