

ВИЗНАЧЕННЯ КУТА ВІДХИЛЕННЯ РІЖУЧОЇ КРАЙКИ РІЗЦЕВОГО ІНСТРУМЕНТУ ВІД НАПРЯМКУ РІЗАННЯ ПРИ РОБОТІ ПЛАНЕТАРНО-ТОРОВИХ ВИКОНАВЧИХ ОРГАНІВ ГІРНИЧИХ МАШИН

Довгаль Д. О., аспірант¹

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Тел. (06242)4-73-31

Анотація – В роботі запропоновано підхід до визначення миттєвого значення кута відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання. Отримана залежність між кутом відхилення та параметрами планетарно-торового виконавчого органу.

Ключові слова – виконавчий орган, різцевий інструмент, ріжуча крайка, траєкторія руху інструменту.

Постановка проблеми. При проектуванні і модернізації існуючих конструкцій прохідницько-очисних машин, пред'являються усе більш жорсткі вимоги, у тому числі підвищення продуктивності та енергооснащеності при збільшенні міцності породи. Досить перспективними в цьому плані є прохідницько-очисні машини з планетарно-торовими виконавчими органами [1-5].

Така конструкція планетарного виконавчого органу належить до найбільш складних, з точки зору кінематики руху робочого інструменту, і в той же час, при певному співвідношенні конструктивних та кінематичних параметрів, з урахуванням можливостей сучасного високоефективного інструменту, дозволяє реалізовувати найбільш раціональні схеми різання і режими роботи. Встановлення цих співвідношень вимагає глибокого аналізу, перш за все геометричних аспектів роботи виконавчого органу, що майже не можливо виконати без застосування сучасного інформаційно-програмного забезпечення.

У процесі роботи планетарного виконавчого органу, ріжуча крайка різцевого інструменту, встановленого на фрезеруючих дисках, може зазнавати значного відхилення від нормалі до напрямку його руху, що суттєво впливає на продуктивність роботи та призводить до скорочення терміну служби інструменту [5]. Отже, доцільно, в якості одного із критеріїв оцінки ефективності процесу руйнування гірничого масиву, ввести показник – кут відхилення ріжучої крайки від нормалі до траєкторії руху різцевого інструменту.

¹ Науковий керівник – д. т. н., проф. Скідан І. А.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження геометрії роботи різцевого інструменту планетарних виконавчих органів, виконані у роботах [5, 6], торкаються у значній мірі і оцінки траєкторій його руху за критерієм відхилення ріжучої крайки від напрямку різання. Однак, методика визначення величини цього показника, розроблена Рогожиним А. Г., не може бути застосована до планетарних виконавчих органів з мимобіжними осями обертання, оскільки охоплює лише одну групу планетарних виконавчих органів – плоскі. Для більш широкого класу планетарних виконавчих органів, у тому числі для планетарно-торових, дослідження траєкторій за критерієм відхилення ріжучої крайки від напрямку різання, до сьогодні не проводилося.

Постановка завдання. Метою даної роботи є визначення залежності величини кута відхилення ріжучої крайки різцевого інструменту від нормалі до траєкторії руху різця від конструктивних та кінематичних параметрів планетарно-торового виконавчого органу.

Основна частина. З метою аналізу траєкторій, досліджуваних у роботі [7], за критерієм відхилення ріжучої крайки інструменту необхідно визначити залежність кута відхилення від параметрів виконавчого органу.

Кут відхилення ріжучої крайки інструменту від напрямку різання можна визначити як кут між дотичними відповідно до траєкторії руху різцевого інструменту та до кола фрезеруючого диску в одній і тій самій точці, тобто в точці миттєвого положення різця (рис. 1).

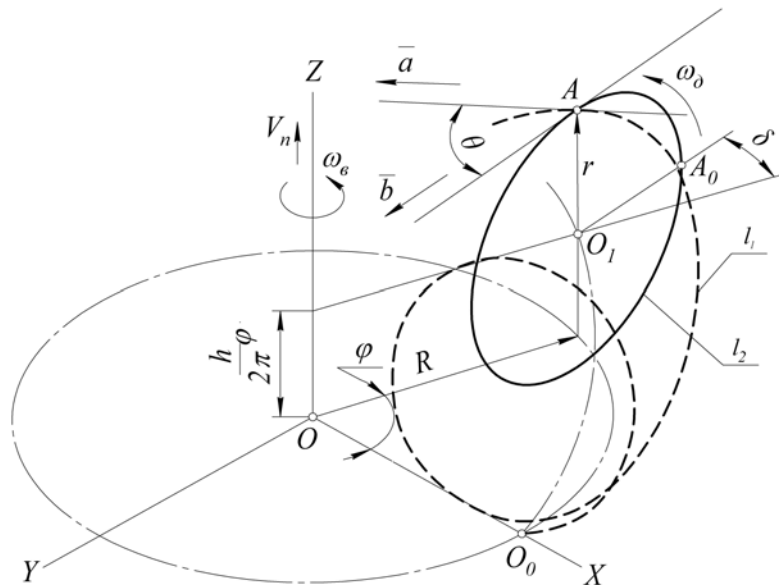


Рис. 1. Схема визначення величини кута відхилення ріжучої крайки від напрямку різання

Розглядаючи траєкторію руху різцевого інструменту та коло фрезеруючого диску, що описуються відповідно параметричними рів-

няннями (1) та (2), як дві криві l_1 та l_2 у просторі, що мають одну спільну точку A , визначимо кут між їх дотичними θ у даній точці за відомою залежністю (3).

$$\begin{aligned}x &= R \cdot \cos \varphi + r \cos(\varphi i + \psi) \cdot \cos(\varphi - \delta); \\y &= R \cdot \sin \varphi + r \cos(\varphi i + \psi) \cdot \sin(\varphi - \delta); \\z &= \frac{h}{2\pi} \varphi \pm r \cdot \sin(\varphi i + \psi),\end{aligned}\tag{1}$$

де R – радіус гвинтової лінії – траєкторії руху центру фрезеруючого диску; r – радіус фрезеруючого диска; φ – кут повороту водила від початкового положення; i – передаточне число планетарного механізму; ψ – кут установки інструмента на диску; δ – кут між вертикальною віссю фрезеруючого диску та координатною віссю OX ; h – величина подачі виконавчого органу на забій за один оберт водила.

$$\begin{aligned}x &= r \cos t \cos \delta + R; \\y &= -r \cos t \sin \delta; \\z &= r \sin t,\end{aligned}\tag{2}$$

де $t = (\varphi i + \psi)$ – кут між додатнім напрямком осі OX та поточною точкою розташування ріжучого інструменту.

$$\cos \theta = \frac{|m_1 m_2 + n_1 n_2 + p_1 p_2|}{\sqrt{m_1^2 + n_1^2 + p_1^2} \cdot \sqrt{m_2^2 + n_2^2 + p_2^2}},\tag{3}$$

де m_1, n_1, p_1 та m_2, n_2, p_2 – відповідно координати напрямних векторів \bar{a} – дотичної до траєкторії руху різцевого інструменту та \bar{b} – дотичної до кола фрезеруючого диску, які відповідно дорівнюють

$$m_1 = \frac{dx}{d\varphi}; \quad n_1 = \frac{dy}{d\varphi}; \quad p_1 = \frac{dz}{d\varphi},\tag{4}$$

де x, y, z – координати точок траєкторії руху різцевого інструменту, що описуються рівняннями (1),

$$m_2 = \frac{dx}{d\varphi}; \quad n_2 = \frac{dy}{d\varphi}; \quad p_2 = \frac{dz}{d\varphi},\tag{5}$$

де x, y, z – координати точок кола фрезеруючого диску, що описується рівняннями (2).

Обчисливши координати напрямних векторів \bar{a} і \bar{b} та підставивши їх у (3), виконавши ряд спрощуючих перетворень, отримаємо залежність миттєвого значення кута відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання від параметрів виконавчого органу

$$\cos\theta = \frac{\left| \pm \sin(\varphi i) (k \sin(\varphi + \delta) + \cos(\varphi i) \sin \varphi) \pm i \left[(\cos \varphi \mp 1) \sin^2(\varphi i) \pm 1 \right] \pm \frac{h \cos(\varphi i)}{2\pi r} \right|}{\sqrt{\frac{h^2}{4\pi^2 r^2} + k^2 + i^2 + \cos^2(\varphi i) + 2k \left[\cos(\varphi i) \left(\cos \delta \pm \frac{hi}{2\pi k} \right) + i \sin(\varphi i) \sin \delta \right]}}}, \quad (6)$$

де k – відношення радіуса водила R_B до радіуса фрезеруючого диску r (рис. 2).

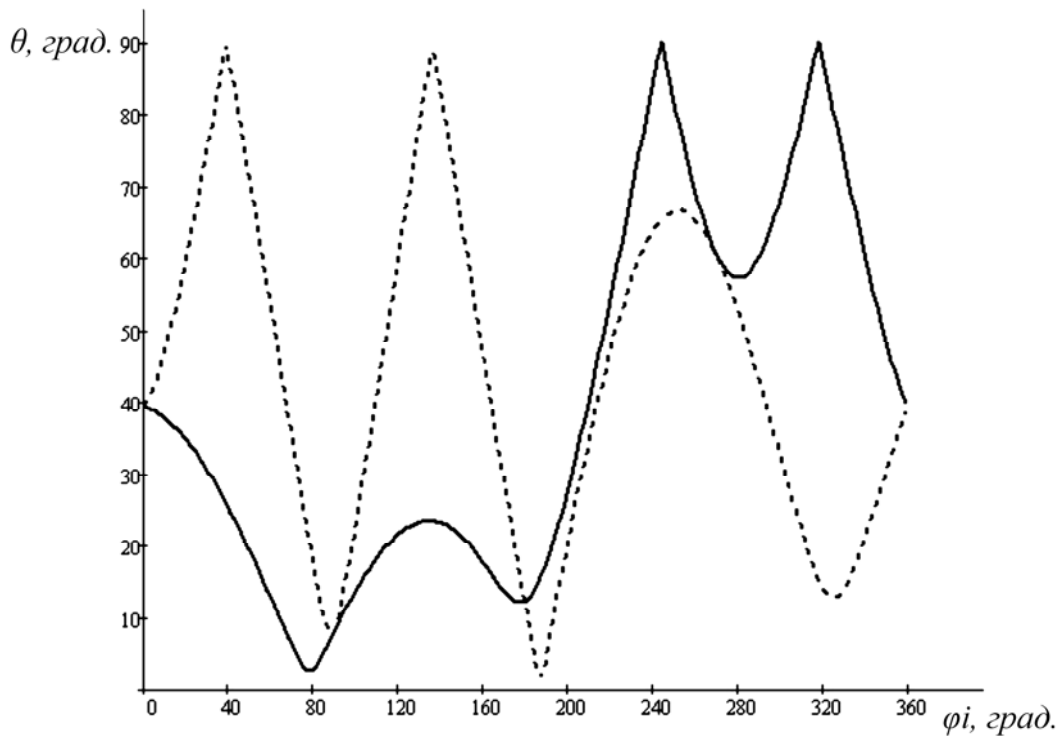


Рис. 2. Функція відхилення ріжучої кромки різцевого інструменту від напрямку різання ($k = 1,5$; $i = 3$; $\delta = 20^\circ$; $h = 20$ мм)

У формулі (6) верхній знак відповідає підсумовуючій схемі роботи виконавчого органу, а нижній – віднімальній. Оскільки, усі різці, встановлені на планетарно-торовому виконавчому органі, рухаються по однаковим траєкторіям, то при визначенні величини кута відхилення ріжучої крайки від напрямку різання θ нема необхідності враховувати величину кута установки інструмента на диску ψ .

У ідеалі ріжуча крайка інструменту повинна бути спрямована по

нормалі до траєкторії його руху, тобто при $\theta = 0$. Насправді ж, проаналізувавши співвідношення (6), очевидно, що положення ріжучої крайки не буде усюди нормальним до дотичної траєкторії руху різця. На рис. 2 суцільною лінією зображена функція відхилення ріжучої кромки від напрямку різання при підсумовуючій схемі роботи виконавчого органу, а штриховою – при віднімальній.

Із рис. 2 видно, що у загальному випадку, кут θ протягом одного оберту фрезеруючого диску, може приймати значення від 0 до 90° , при цьому функція має декілька локальних екстремумів.

Аналіз залежності (6) показав, що характер функції відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання суттєво залежить від таких конструктивних параметрів як коефіцієнт k і кут δ та від кінематичного параметра – передаточного числа планетарного механізму i .

Висновки. Запропонований підхід дав можливість досить легко визначити точну залежність між кутом відхилення ріжучої кромки від напрямку різання і параметрами планетарно-торового виконавчого органу. Отримана залежність має послужити основою для здійснення аналізу траєкторій руху різцевого інструменту за критерієм відхилення його ріжучої кромки від заданого напрямку різання.

З метою оптимізації процесу роботи планетарно-торового виконавчого органу за критерієм відхилення ріжучої кромки різця від напрямку різання у подальших дослідженнях необхідно вирішити три основні задачі:

- виявити зони інтенсивного захвату породи різцями;
- дослідити вплив основних конструктивних та кінематичних параметрів виконавчого органу на характер функції відхилення ріжучої кромки та мінімізувати максимальні значення кутів відхилення на робочих ділянках траєкторій;
- визначити початковий кут установки різцевого інструменту на дисках планетарно-торового виконавчого органу.

Література

1. Барон А. И., Глатман Л. Б., Губенков Е. К. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. – М.: “Наука”, 1968. – 215 с.
2. Кизилов В. В. Исследование и выбор рациональных конструктивных и режимных параметров планетарных исполнительных органов проходческих комбайнов: Дис... канд. техн. наук: 05.05.06. – М., 1982. – 176 с.
3. Рогожин А. Г., Довгаль Д. О., Уткіна Р. В. До питання щодо раціональної конструкції різцевих виконавчих органів породоруйнівальних машин // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Динаміка наукових досліджень `2005». Том 67. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 44-48.

4. Семенов В. В., Шмакин И. Г. Обоснование рациональных параметров режущих органов комбайнов типа «Урал» / Горное оборудование и электромеханика. №4. – М.: Изд-во «Новые технологии», 2008. – С. 49-52.
5. Рогожин А. Г. Определение угла установки резцового инструмента на дисках плоских планетарных исполнительных органов породоразрушающих машин // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К.: Будівельник. – 1988, вып. 45. – С. 34-36.
6. Рогожин А. Г. Геометрическое моделирование процесса работы резцового инструмента планетарных исполнительных органов породоразрушающих машин: Дис... канд. техн. наук: 05.01.01. – К., 1988. – 162 с.
7. Довгаль Д. О. Визначення основних характеристик руху різцевого інструменту при роботі торових планетарних виконавчих органів породоруйнівальних машин // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – Вип. 31. – С. 103-111.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ОТКЛОНЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ
РЕЗЦОВОГО ИНСТРУМЕНТА ОТ НАПРАВЛЕНИЯ РЕЗАНИЯ
ПРИ РОБОТЕ ПЛАНЕТАРНО-ТОРОВЫХ
ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНЫХ МАШИН**

Д. А. Довгаль

Аннотация - В работе предложен подход к определению мгновенного значения угла отклонения режущей кромки резца от направления резания. Получена функциональная зависимость между углом отклонения и параметрами планетарно-торового исполнительного органа.

**DETERMINATION OF CORNER REJECTION OF CUTTING
EDGE CHISEL INSTRUMENT FROM CUTTING DIRECTION IN
THE WORK OF TORAHS-PLANETARY EXECUTIVE UNITS OF
MOUNTAIN MACHINES**

D. A. Dovgal

Summary

In-process offered approach to determination of instantaneous value of rejection corner of cutting edge of chisel from cutting direction. Functional dependence is got between the rejection corner and parameters of torahs-planetary executive units.