

УДК 622.23.054.522 + 514.18

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ВІДХИЛЕННЯ РІЖУЧОЇ КРАЙКИ РІЗЦЕВОГО ІНСТРУМЕНТУ ВІД НАПРЯМКУ РІЗАННЯ ПРИ РОБОТІ ПЛАНЕТАРНО-ТОРОВИХ ВИКОНАВЧИХ ОРГАНІВ ГІРНИЧИХ МАШИН**

Скідан І. А., д. т. н.,

Довгаль Д. О., аспірант\*

*ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»*

Тел. (06242)4-73-31

***Анотація*** – В роботі виконано дослідження миттєвого значення кута відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання в залежності від основних параметрів виконавчого органу. Запропонована залежність для визначення кута початкового встановлення різця на диску 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 високопродуктивного 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 робочих 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, 6]. Отже, дослідження впливу основних конструктивних та кінематичних параметрів планетарно-торового виконавчого органу на величину та характер функції відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання є актуальним.

*Аналіз останніх досліджень.* Визначення та дослідження функції відхилення ріжучої крайки від напрямку різання для плоских планетарних виконавчих органів було виконано у роботах [5, 7]. Щодо більш складніших конструкцій виконавчих органів, таких як планетарно-торові, запропонований підхід застосувати не можна, оскільки траєкторією руху різцевого інструменту, у даному випадку, є складна просторова крива лінія.

У попередній роботі [6] було запропоновано підхід до визначення функції кута відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання для планетарно-торового виконавчого органу та отримана відповідна залежність. Отже, на сьогодні залишається не вирішеним питання дослідження даної залежності та визначення найбільш раціональних значень конструктивних та кінематичних параметрів планетарно-торового виконавчого органу, що забезпечують мінімальні значення відхилень ріжучої крайки різця від напрямку різання.

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є узгодження меж вибору конструктивних та кінематичних параметрів, що впливають на функцію кута відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання, що надасть можливість обирати найбільш раціональні їх значення, які мінімізують величину кута відхилення та розбіжність між його критичними значеннями.

*Основна частина.* Функцію кута відхилення ріжучої крайки інструменту планетарно-торового виконавчого органу від напрямку різання було визначено як миттєве значення кута між дотичними відповідно до траєкторії руху різцевого інструменту та до кола робочого диску в одній і тій самій точці [6]

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

де  $r$  – радіус фрезеруючого диска;  $k$  – відношення радіуса водила до радіуса робочого диску;  $\varphi$  – кут повороту водила від початкового положення;  $i$  – передаточне число планетарного механізму;  $\alpha$  – кут між вертикальною віссю робочого диску та координатною віссю  $OX$ ;  $h$  – величина подачі виконавчого органу на забій за один оберт водила.

У формулі (1) нижній знак відповідає підсумовуючій схемі роботи виконавчого органу, а верхній – віднімальній.

У ідеалі ріжуча крайка інструменту повинна бути спрямована по нормалі до траєкторії його руху, тобто при  $\theta = 0$ . Насправді ж, про-

аналізувавши співвідношення (1), очевидно, що положення ріжучої крайки не буде усюди нормальним до дотичної траєкторії руху різця.

У загальному випадку, кут  $\theta$  протягом одного оберту робочого диску може приймати значення від  $0$  до  $90^\circ$ , при цьому функція має декілька локальних екстремумів [6].

Виходячи з того, що планетарно-торовий виконавчий орган працює у режимі переривчастого різання, тобто, максимальний робочий кут  $\varphi_p$  не може перевищувати  $180^\circ$ , слід зазначити, що застосування підсумовуючої схеми роботи, за критерієм відхилення ріжучої крайки, є недоцільним оскільки при цьому (при будь-яких практично прийнятних значеннях параметрів виконавчого органу) на робочих ділянках мають місце найбільші (близькі до  $90^\circ$ ) значення кутів відхилення. Отже, у подальшому, будемо досліджувати даний показник лише при віднімальній схемі роботи виконавчого органу, тобто, при обертанні робочого диску проти годинникової стрілки.

Аналіз залежності (1) показав, що характер функції відхилення ріжучої крайки різця від напрямку різання суттєво залежить від таких конструктивних параметрів як коефіцієнт  $k$  і кут  $\alpha$  та від кінематичного параметра – передаточного числа планетарного механізму  $i$ .

Для оцінки ступеню пливу кожного з параметрів, використовуючи формулу (1), побудуємо графіки виду  $\theta = \theta(\varphi)$  для різних значень передаточних чисел (рис. 1).

Зі збільшенням числа  $i$  величина кута відхилення ріжучої крайки  $\theta$  зменшується за нелінійним законом. Одночасно, зі збільшенням величини  $i$ , зменшується і період функції  $\theta$ .

Дослідивши залежність функції відхилення ріжучої крайки від величини коефіцієнта  $k$ , встановлено, що зі збільшенням значень останнього, відбувається зміщення мінімальних значень кута відхилення  $\theta$  у бік зростання кута повороту робочого диску, що сприяє більш рівномірній роботі різця на робочій ділянці траєкторії, а також збільшується значення початкового кута відхилення, тобто, кута відхилення ріжучої крайки в точці входження різцевого інструменту у контакт з масивом.

При дослідженні впливу кута  $\alpha$  на функцію відхилення ріжучої крайки було встановлено, що величина  $\alpha$  впливає на плавність зміни функції  $\theta$ , тобто при його збільшенні на проміжку  $\alpha \in [0^\circ; 90^\circ]$ , розрив між критичними значеннями функції  $\theta$ , на досліджуваному інтервалі зміни кута повороту робочого диска, зменшується. У конструктивному відношенні це призводить до більш стабільної роботи різцевого інструменту, оскільки величина відхилення ріжучої крайки змінюється у достатньо вузьких межах. Завдяки виключенню зон інтенсивного захвату породи, які мають місце у місцях зломів функції  $\theta = \theta(\varphi)$ , збільшується зносостійкість різцевого інструменту.

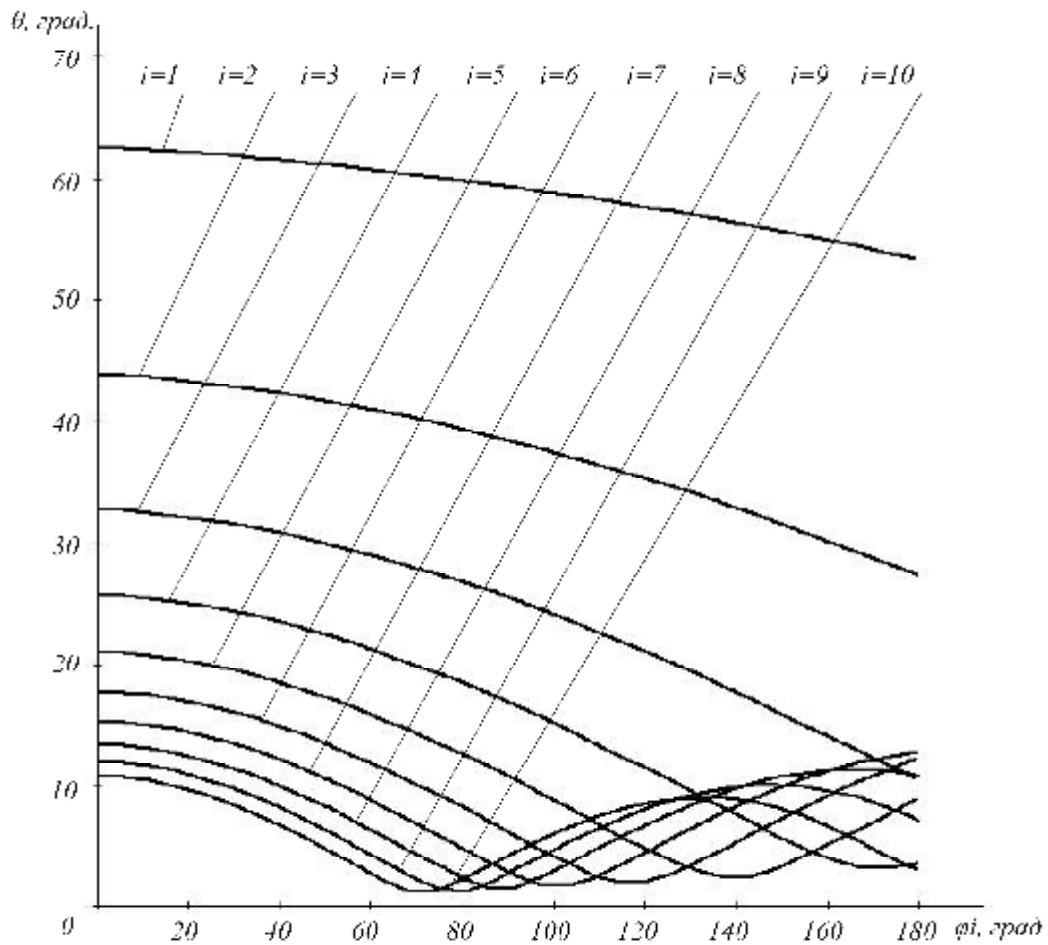


Рис. 1. Функції відхилення ріжучої кромки різцевого інструменту від напрямку різання для різних значень передаточних чисел  
( $k = 1$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $h = 20$  мм)

Отже, для визначення кута початкового встановлення різцевого інструменту  $\theta_{\text{поч.}}$  на робочому диску, можна скористатися залежністю виду:

$$\theta_{\text{поч.}} = \frac{\theta_{\text{max}} + \theta_{\text{min}}}{2}, \quad (2)$$

оскільки такий підхід усереднює значення кута відхилення ріжучої крайки від напрямку різання, тоді кут  $\theta$  буде дорівнювати нулю у середині першого напівперіоду функції  $\theta = \theta(\varphi)$ , а середнє відхилення впродовж одного робочого різку, зменшиться вдвічі.

*Висновки.* У результаті проведених досліджень встановлені конструктивні та кінематичні параметри, що впливають величину та характер зміни функції кута відхилення ріжучої крайки. Визначено ступінь впливу на неї окремо кожного з цих параметрів.

Встановлені межі вибору значень конструктивних та кінематичних параметрів планетарно-торового виконавчого органу і схему його роботи, що виключають на робочих ділянках траєкторій руху різцевого інструменту зони інтенсивного захвату породи.

Запропонований підхід до визначення початкового кута установки різцевого інструменту  $\theta_{\text{поч.}}$  на робочому диску виконавчого органу, дозволить поліпшити умови його роботи з точки зору відхилення ріжучої крайки від нормалі до напрямку різання.

Очевидно, що проведений етап аналізу не може виконуватися ізольовано від інших етапів, оскільки не забезпечує розглядання характеристик покриття поверхні забою та не враховує низку інших питань кінематики роботи планетарно-торового виконавчого органу. Однак, отримані результати визначають систему обмежень для значень конструктивних та кінематичних параметрів, які необхідно брати до уваги при проектуванні планетарно-торових виконавчих органів.

#### Література

1. Барон А. И., Глатман Л. Б., Губенков Е. К. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. – М.: “Наука”, 1968. – 215 с.
2. Кизилев 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. Довгаль Д. О. Визначення кута відхилення ріжучої крайки різцевого інструменту від напрямку різання при роботі планетарно-торових виконавчих органів гірничих машин // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет – Вип. 4, т. 47. - Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С. 112-117.
7. 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.

8. 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.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ОТКЛОНЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ РЕЗЦОВОГО ИНСТРУМЕНТА ОТ НАПРАВЛЕНИЯ РЕЗАНИЯ ПРИ РОБОТЕ ПЛАНЕТАРНО-ТОРОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНЫХ МАШИН**

И. А. Скидан, Д. А. Довгаль

*Аннотация* - В работе выполнено исследование мгновенного значения угла отклонения режущей кромки резца от направления резания в зависимости от основных параметров исполнительного органа. Предложено соотношение для определения угла начальной установки резца на диске планетарно-торового исполнительного органа.

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

Skidan I. A., D. A. Dovgal

### *Summary*

In article we have investigated the instantaneous value of the deflection angle of cutting edge tool on the direction of cutting, depending on the basic parameters of the executive units. Proposed relationship for determining the angle of the initial installation tool to drive of torahs-planetary executive units.