УДК 621.9

Г. Нагорняк, М. Зінь

РОЗРАХУНОК ВИХРОВИХ ГОЛОВОК, ЯКІ ОСНАЩЕНІ ПРУЖНО-ДЕМПФУЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

В статті представлено алгоритми розрахунку різцетримача вихрової головки, яка оснащена пружно-демпфуючими елементами. Визначаються місце прикріплення різця до різцетримача за умови забезпечення рівнозносу найбільш завантажених поверхонь останнього і, таким чином, підвищення його довговічності, а також раціональний центральний кут різцетримача за умови забезпечення його незаклинювання між напрямними поверхнями і втрати внаслідок цього властивостей вихрової головки як такої, що оснащена пружно-демпфуючими елементами.

***Умовні позначення*:**

P_y, P_z - відповідно радіальна і тангенціальна складові сили різання, Н;

R_A, R_C - нормальні реакції напрямних різцетримача в точках відповідно А і С, Н;

F_{c3} - сила пружності пружно-демпфуючого елемента (ПДЕ), Н;

μ - коефіцієнт тертя в парі тертя салазки-напрямні різцетримача;

ψ, δ - центральні кути відповідно різцетримача і прикріплення різця, град;

ψ_p, δ_p - раціональні центральні кути відповідно різцетримача і прикріплення різця, град;

ψ_{min} - мінімальний центральний кут різцетримача, град;

c_3 - косфіцієнт жорсткості ПДЕ, Н/м;

r_p, $r_{в1}$, $r_в$, $r_{в2}$ - радіуси відповідно кола вершин різців, внутрішній різцетримача, дії сили пружності ПДЕ, зовнішній ПДЕ, мм.

Подальший розвиток вихрових головок, які оснащені пружно-демпфуючими елементами (ПДЕ) [1,2], неможливий без удосконалення методик їх розрахунку. Оскільки кут δ (рис.1), який визначає місце прикріплення різця до різцетримача, може приймати будь-яке значення в межах $0 \le \delta \le \psi$, виникає потреба пошуку певного критерію, який би давав можливість, виходячи із поставлених умов, визначати найраціональніше значення даного кута.

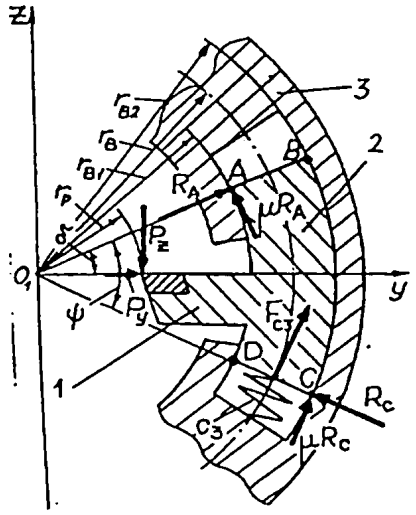

Рис.1. Схема дії сил на блок різець - різцетримач:
1 - різець; 2 - різцетримач; 3 - корпус, який прикріплюється до шпинделя вихрової головки

Як теоретично, так і практично неважко зауважити, що з точки зору зношування найбільш завантаженими точками різцетримача 2 є крайові точки А і С його салазок, так як основна складова сили різання P_z намагається провернути різцетримач 2 із різцем 1 проти годинникової стрілки, чому протидіють нормальні реакції R_A і R_C напрямних різцетримача. З метою підвищення довговічності салазок різцетримача кут δ повинен бути таким, щоб зношування салазок в точках А і С було рівномірним. Якщо знехтувати різницею зовнішнього і внутрішнього радіусів різцетримача $r_{в2}$-$r_{в1}$, завдання полягає в тому, щоб знайти таке значення кута δ, при якому навантаження на салазки різцетримача в його крайових точках А і С однакове. Інші припущення наступні:

1. Коефіцієнт μ - постійний.

2. Знехтувано інерційними явищами.

3. Розглядається момент максимального навантаження шпинделя вихрової головки.

Система рівнянь рівноваги блоку різець 1 - різцетримач 2 відносно корпусу 3 має наступний вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{7} F_{iy} = P_y + F_{c3}\sin(\psi-\delta) + R_A\cos(\delta) - \mu R_A\sin(\delta) - R_C\cos(\psi-\delta) + \\ + \mu R_C\sin(\psi-\delta) = 0; \\ \sum_{i=1}^{7} F_{iz} = -P_z + F_{c3}\cos(\psi-\delta) + R_A\sin(\delta) + \mu R_A\cos(\delta) + R_C\sin(\psi-\delta) + \\ + \mu R_C\cos(\psi-\delta) = 0; \\ \sum_{i=1}^{7} T_{O1}(\bar{F}_i) = -P_z r_p + F_{c3} r_в + \mu R_A r_{в1} + \mu R_C r_{в2} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Розв'язуючи систему (1) у поєднанні з тотожностями $\delta = \delta_p$ і $R_A = R_C$ при невідомих δ_p, $R_A = R_C$ і F_{c3}, можна визначити раціональне значення δ_p кута прикріплення різця до різцетримача. Для більш наочного представлення фізичної суті кута δ_p систему (1) використано для отримання залежностей $R_A(\delta)$ і $R_C(\delta)$ при вхідних даних, які відповідають умовам роботи і параметрам дослідного зразка вихрової головки, яка оснащена ПДЕ [3, рис. 3]. Дані залежності подано графічно на рис. 2. Як видно із даного рисунку, кут δ_p є абсцисою точки перетину графіків залежностей $R_A(\delta)$ і $R_C(\delta)$.

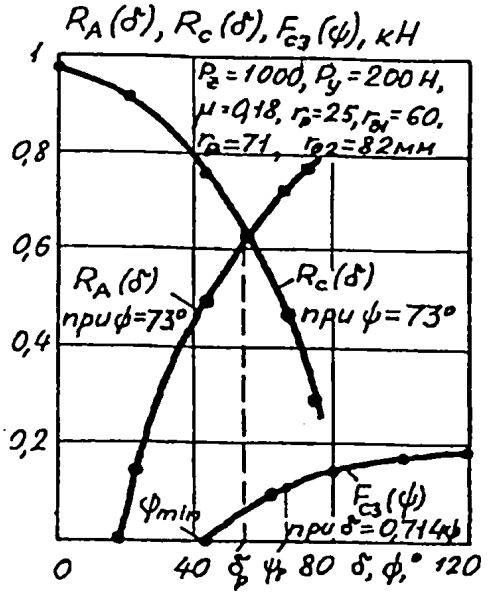

Рис. 2. Графічні залежності реакцій напрямних різцетримача і сили пружності ПДЕ.

При знаходженні раціонального центрального кута $\delta = \delta_p$ різцетримача 2 (рис.1) ми виходили з наступних міркувань. У вихровій головці, яка оснащена ПДЕ, дія складових сили різання P_y і P_z на блок різець 1 - різцетримач 2 зрівноважується силою пружності ПДЕ F_{c3} і реакціями напрямних корпусу R_A, μR_A, R_C, μR_C. Використавши систему (1) для отримання залежності $F_{c3}(\psi)$ при $\delta = 0.714\psi$ (як і вище, при вхідних даних P_z, P_y, μ, r_p, $r_{в1}$, $r_в$, $r_{в2}$, які відповідають дослідному зразку, представленому в [3, рис.3]), ми встановили, що при зменшенні кута ψ сила F_{c3} (рис.2) зменшується, і, при певному його значенні ψ_{min}, стає рівною нулю, що означає втрату працездатності вихрової головки як такої, що оснащена ПДЕ. Виходячи із зазначеного, граничне (мінімальне) значення ψ_{min} кута ψ, яке визначає

працездатність вихрової головки, яка оснащена ПДЕ, має місце при $F_{сз}=0$. Тому з метою забезпечення надійності роботи такої головки кут ψ повинен бути дещо більшим від його мінімального значення ψ_{min}. Виходячи із результатів проведених нами експериментальних випробувань вихрової головки, яка оснащена ПДЕ, ми рекомендуємо приймати

$$\psi = \psi_p = (1.5-2)\psi_{min}, \qquad (2)$$

причому той чи інший коефіцієнт при ψ_{min} слід призначати на основі конструктивних міркувань.

При проектних розрахунках кут ψ_{min} слід визначати шляхом розв'язування системи (1) при $F_{сз}=0$ і невідомих R_A, R_C і ψ. Отриманий при цьому кут $\psi = \psi_{min}$.

Таким чином, проведені теоретичні дослідження дали змогу вирішувати питання вибору раціональних значень δ_p і ψ_p кутів δ і ψ з точки зору забезпечення високої довговічності і надійності роботи вихрових головок, які оснащені ПДЕ.

Summary. This article contains the algorithmes of calculation of cutting tool-holders of whirlwinded bodies with elastic-damping elements. The place of addition of cutting tool to holders and the rational central angle of cutting tool-holders on condition of guaranteeing of longevity and afficiency of whirlwinded bodies with elastic-damping elements were calculated.

Література

1. А.с. N 841823 СССР, МКИ B23 G 3/08. Головка для вихревого нарезания резьбы / С.Г.Нагорняк, П.Д.Кривый // Открытия. Изобретения.-1981.-N24.
2. А.с. N 1593804 СССР, МКИ B23 G 3/08. Головка для вихревого нарезания резьбы / С.Г.Нагорняк, П.Д.Кривый // Открытия. Изобретения.-1990.-N35.
3. Нагорняк С.Г., Зінь М.М. Синтез вихрових головок для фрезерування різей на деталях машин // Вісник ТПІ імені Івана Пулюя -Тернопіль, 1996.-№ 1.-С. 73-79.