

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Комаров М.С.* Динамика машин. — М.: Машиностроение, 1979, — 342 с.
 2. *Петраков Ю.В.* Теорія автоматичного управління. — К.: Техніка, 1999, — 212 с.
-

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОФИЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГИБКИХ ВИНТОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОЗОБНОВЛЕНИИ

Приведена динамическая модель технологического процесса профилирования рабочих органов гибких винтовых конвейеров. Выведены аналитические зависимости для определения силовых и технологических параметров от разных факторов.

DYNAMIC MODEL OF PROFILING OF WORKING ORGANS OF FLEXIBLE SPIRAL CONVEYERS AT MAKING AND RENEWAL

Resulted dynamic model of technological process of profiling of working organs of flexible screws conveyers. Shown analytical dependences out for determination of power and technological parameters from different factors.

УДК 621.87

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТІВ ПРИ ПРОФІЛЮВАННІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГНУЧКИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ І ВІДНОВЛЕННІ

І.Б. Гевко, канд. техн. наук.,
І.Я. Новосад, асп., **О.М. Лясота**, асист.

*Тернопільський державний технічний університет
ім. Івана Пулюя*

Приведена методика визначення стійкості прохідних різців при проточуванні робочих секцій гнучких гвинтових конвеєрів. Виведені аналітичні залежності для визначення силових і технологічних параметрів.

Проблема. При проточуванні поверхні, розташованої по зовнішньому діаметрі шнека, виникають складні явища, пов'язані із ударною взаємодією шнека та різця. Внаслідок незначної жорсткості полотна шнека у напрямку проточування виникає згин полотна і, як наслідок, неякісна

© **І.Б. Гевко, І.Я. Новосад, О.М. Лясота.**
Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 91. 2007.

зовнішня поверхня шнека, що полягає у неточності розміру по діаметру та значній шорсткості поверхні. Такий недолік поверхні суттєво впливає на роботоздатність шнекового полотна, пошкодження транспортного матеріалу та поверхні гнучких гумових рукавів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на значну кількість наукових праць, які присвячені виробництву гнучких гвинтових конвеєрів ГГК [1–3], рівень технологічного забезпечення залишається недостатньо високим, а наукова база для його створення не завжди відповідає сучасним вимогам за матеріало- та енергоємністю та іншими параметрами.

Мета досліджень. Дослідження стійкості інструментів при профілюванні секцій робочих органів ГГК при їх виготовленні і відновленні.

Результати досліджень. Експерименти планували на основі багатofакторного аналізу, тобто одночасної зміни всіх змінних факторів $X_1(V)$, $X_2(S)$, $X_3(t)$. При цьому необхідно визначити постійну складову b_0 і коефіцієнти b_1 , b_2 , b_3 .

План проведення дослідів передбачає дві серії по шість дослідів в кожній із них — чотири основні і два додаткові.

Вибір режимів різання проводили таким чином, щоб спростити кодування з врахуванням можливостей верстата і граничних режимів різання (табл. 1).

Ці рівні закодовані при допомозі рівнів перетворення таким чином, щоб верхній рівень відповідав +1, а нижній — 1.

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= \frac{2(\ln V - \ln 198)}{(\ln 198 - \ln 63)} + 1 \\ x_2 &= \frac{2(\ln S - \ln 0,5)}{(\ln 0,5 - \ln 0,25)} + 1 \\ x_3 &= \frac{2(\ln t - \ln 3)}{(\ln 3 - \ln 1)} + 1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Тут, в плані експерименту, наприклад, за одиницю швидкості різання прийнята величина $(\ln 198 - \ln 63)/2$. Таким чином швидкість різання V перетворюється шляхом ділення її на прийняту одиницю.

Аналогічно поступаємо з подачею S і глибиною різання t .

Для спрощення розрахунків композиційний план будується згідно «імітаційного куба», побудованого на трьох ортогональних координатах з початком в центрі куба (рис. 1) [1].

На вершинах куба позначені номери серії дослідів і режимів різання згідно з таблицею 2. Дослідні точки задаються вершинами, а на рисунку

Таблиця 1. Режими різання і кодові позначення*

Рівень	Оберти шпинд.	Режими різання			Кодові позначення		
		V , м/хв	S , мм/об.	t , мм	X_1	X_2	X_3
Верхній	630	198	0,5	3	1	1	1
Середній	400	125	0,35	2	0	0	0
Нижній	200	63	0,25	1	-1	-1	-1

* Діаметр оброблення поверхні шнека ривний 100 мм.

вони позначені чорними кружечками згідно перших чотирьох серій дослідів; додатково два досліді ставляться в центрі куба для перевірки гіпотези адекватності (досліди 9 і 10).

Якщо гіпотеза адекватності не проходить, то ставляться ще шість дослідів: добудовуються вершини (позначені колами) і ще дві серії дослідів в центрі.

Результати серії 12 дослідів точіння шнека із вуглецевої сталі твердосплавним різцем заносили в таблиці і будували графіки. За критерій затуплення різця прийнято розмір фаски зношення задньої поверхні різця $h_3=0,5$ мм.

На основі результатів серії № 1 із шести серій дослідів оцінювали чотирма коефіцієнти в емпіричній формулі:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3. \quad (2)$$

Використовували метод найменших квадратів і властивості скалярного добутку основних векторів.

Згідно зі способом найменших квадратів необхідно, щоб сума квадратів відхилень фактичних значень y від формальних, отриманих за рівнянням (3) $y_{x_1x_2x_3}$, була найменшою, тобто:

$$\sum (y - y_{x_1x_2x_3})^2 = \min. \quad (3)$$

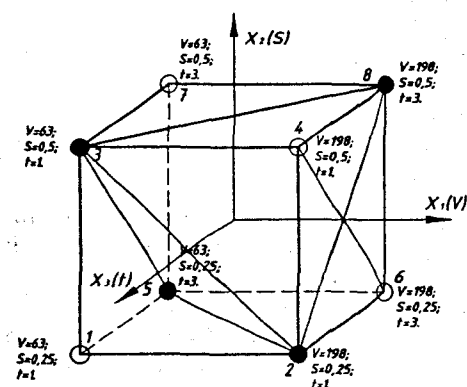


Рис. 1. Композиційний план дослідження згідно «Італійського куба»

Таблиця 2. Умови різання, кодові значення і стійкість різця

№ досліду	№ серії	Режими різання			Кодові позначення			T, хв	y=lnT
		V, м/хв	S, мм/об.	t, мм	X ₁	X ₂	X ₃		
1	2	63	0,25	1	-1	-1	-1	95	4,55
2	1	198	0,25	1	1	-1	-1	20	3,00
3	1	63	0,5	1	-1	1	-1	100	4,61
4	2	198	0,5	1	1	1	-1	16	2,77
5	1	63	0,25	3	-1	-1	1	100	4,55
6	2	198	0,25	3	1	-1	1	23	3,14
7	2	63	0,5	3	-1	1	1	70	4,25
8	1	198	0,5	3	1	1	1	10	2,30
9	1	125	0,35	2	0	0	0	40	3,69
10	1	125	0,35	2	0	0	0	45	3,81
11	2	125	0,35	2	0	0	0	43	3,76
12	2	125	0,35	2	0	0	0	50	3,91

Таблиця 3. Матриця незалежних змінних X для серії «1 із шести дослідів»

	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	№ досліду	T, хв	y=lnT
X=	1	1	-1	-1	2	20	3,00
	1	-1	1	-1	3	100	4,61
	1	-1	-1	1	5	23	3,14
	1	1	1	1	8	10	2,30
	1	0	0	0	9	10	3,69
	1	0	0	0	10	45	3,81

Ліву частину виразу (3) позначимо буквою f (f — функція від невідомих параметрів b_0, b_1, b_2, b_3), тоді мінімум цієї функції знайдемо із рівнянь:

$$\frac{df}{db_0} = 0; \quad \frac{df}{db_1} = 0; \quad \frac{df}{db_2} = 0; \quad \frac{df}{db_3} = 0. \quad (4)$$

Продиференціювавши ці вирази, запишемо систему цих рівнянь в кінцевому вигляді:

$$\left. \begin{aligned} \sum y &= nb_0 + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + b_3 \sum x_3; \\ \sum yx_1 &= b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1x_2 + b_3 \sum x_1x_3; \\ \sum yx_2 &= b_0 \sum x_2 + b_1 \sum x_2x_1 + b_2 \sum x_2^2 + b_3 \sum x_2x_3; \\ \sum yx_3 &= b_0 \sum x_3 + b_1 \sum x_3x_1 + b_2 \sum x_3x_2 + b_3 \sum x_3^2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Рівняння (5) дають можливість визначити наступні коефіцієнти

$$b_0 = \frac{\sum y}{n},$$

де n — число дослідів; $n=6$.

$$b_1 = \frac{\sum yx_1}{\sum x_1^2} = \frac{\sum yx_1}{y}; \quad b_2 = \frac{\sum yx_2}{\sum x_2^2}; \quad b_3 = \frac{\sum yx_3}{\sum x_3^2} = \frac{\sum yx_3}{y}. \quad (6)$$

Необхідно додати, що інші члени рівнянь будуть рівні нулю, оскільки вектори x_1, x_2, x_3 є ортогональними і $\sum x_i = 0$.

Залежності для визначення коефіцієнтів $b_0 \dots b_3$ згідно рівняння (7) будуть мати вигляд:

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= 1/6 (y_2 + y_3 + y_5 + y_8 + y_9 + y_{10}); \\ b_1 &= 1/4 (y_2 - y_3 - y_5 + y_8); \\ b_2 &= 1/4 (-y_2 + y_3 - y_5 + y_8); \\ b_3 &= 1/4 (-y_2 - y_3 + y_5 + y_8) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Тут індекси при y позначають номер серії дослідів (табл. 2).

В цьому випадку для серії дослідів № 1 отримаємо формулу для визначення стійкості різців в логарифмічній формі:

$$\ln T \approx 3,66 - 0,96E_1 - 0,16E_2 - 0,19E_3. \quad (8)$$

Формулу (8) необхідно розшифрувати згідно рівнянь (4), тобто:

Підставляємо значення x_1, x_2, x_3 в рівняння (8), отримаємо уточнену формулу для визначення логарифма стійкості різців:

$$\begin{aligned} \ln T &= 3,66 - 0,96(1,739 \ln V - 8,2) - 0,16(2,857 \ln S + 2,97) - \\ &- 0,19(1,82 \ln t - 1) = 11,24 - 1,67 \ln V - 0,46 \ln S - 0,35 \ln t. \end{aligned}$$

В результаті всіх 12 серій дослідів відповідно до вищеведених розрахунків і отримаємо уточнені коефіцієнти для визначення стійкості різців, і відповідно кінцева формула прийняла вигляд:

$$T = \frac{2,65 \cdot 10^4}{\sqrt{1,46} S^{0,47} r^{0,16}}, \text{ хв.} \quad (9)$$

Як видно із формули (9), на стійкість різців при ударному точінні спіралей шнеків суттєво впливає швидкість різання, а також режими різання.

Висновки.

1. Розроблена методика дослідження стійкості прохідних різців при проточуванні і профілюванні секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів.

2. На основі теоретичних досліджень виведена аналітична залежність для визначення стійкості прохідних різців, а значення показників степенів режимів різання встановлені на основі експериментальних досліджень.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Пронников А.С.* Надежность машин. — М.: Машиностроение, 1978. — 592 с.
2. *Рыжов Э.В., Громиков О.А.* Математические методы в технологических исследованиях. — М.: Машиностроение, 1979/ — 176 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИ ПРОФИЛИРОВАНИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГИБКИХ ВИНТОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОЗОБНОВЛЕНИИ

Приведенная методика определения стойкости проходных резцов при протачивании рабочих секций гибких винтовых конвейеров. Выведена аналитическая зависимость для определения силовых и технологических параметров.

RESEARCH OF FIRMNESS OF INSTRUMENTS AT PROFILING OF WORKING ORGANS OF FLEXIBLE SCREWS CONVEYER AT MAKING AND RENEWAL

Resulted method of determination of firmness of communicating chisels at gnawing through of working sections of flexible screws conveyers. Shown analytical dependences out for determination of power and technological parameters.