

Література

1. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин / Гарбарук В.Н. – Л. : Машиностроение, 1980. – 472 с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / Артоболевский И.И. – М. : Наука, 1988 – 640 с.
3. Зиновьев В.А. Курс теории механизмов и машин / Зиновьев В.А. – М. : Наука, 1972 – 384 с.
4. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин / Баранов Г.Г. – М. : Машиностроение, 1975 – 494 с.
5. Кошель С.О. Структурний аналіз плоских механізмів третього класу / С.О. Кошель, Г.В. Кошель // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013 – № 2. – С. 26–34.
6. Кошель С.О. Визначення швидкостей точок плоского механізму з структурними групами третього класу графічним способом / С.О. Кошель, Г.В. Кошель // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 3. – С. 30–34.
7. Кошель С.О. Визначення прискорення точок плоского механізму з структурними групами третього класу графоаналітичним способом / С.О. Кошель, Г.В. Кошель // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 3. – С. 280–284.

References

1. Harbaruk V.N. Proektyrovanye trykotazhny'kh mashyn. – L. : Mashynostroenye, 1980. – 472 s.
2. Artobolevskiy I.Y. Teoriya mekhanizmov y mashyn / I.Y. Artobolevskiy – M. : Nauka., 1988 – 640 s.
3. Zynovev V.A. Kurs teoryy mekhanizmov y mashyn / V.A. Zynovev - M. : Nauka., 1972 – 384 s.
4. Baranov H.H. Kurs teoryy mekhanizmov y mashyn / Baranov H.H. – M. : Mashynostroenye, 1975 – 494 s.
5. Koshel S.O. Strukturnyi analiz ploskykh mekhanizmv tretogo klasu / Koshel S.O., Koshel H.V. // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. - 2013 – №2. - S. 26-34.
6. Koshel S.O. Vyznachennia shvydkostei tochk ploskoho mekhanizmu z strukturnymy hrupamy tretogo klasu hrafighnyym sposobom / Koshel S.O., Koshel H.V. // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. - 2013 – №3. S. 30-34
7. Koshel S.O. Vyznachennia pryskorennya tochk ploskoho mekhanizmu z strukturnymy hrupamy tretogo klasu hrafoanalitichnym sposobom / Koshel S.O., Koshel H.V. // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. - 2013 – № 3 (tematychnyi vypusk) – S. 280-284

Рецензія/Peer review : 2.3.2014 р. Надрукована/Printed : 7.4.2014 р.
Рецензент: Місяць В.П., д.т.н., проф., зав. кафедрою інженерна механіка, КНУТД

УДК 685.34.05

Д.А. МАКАТЬОРА, І.В. ПАНАСЮК
Київський національний університет технологій та дизайну

ВИЗНАЧЕННЯ ПОГОННОГО ЗУСИЛЛЯ РІЗАННЯ МІКРОПОРИСТОЇ ГУМИ НОЖЕМ З ОДНОСТОРОННЬОЮ ЗАТОЧКОЮ

Метою даного дослідження є розробка більш простого і ефективного методу аналізу впливу величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки лека ножа на погонне зусилля різання мікропористої гуми, шляхом використання рівнянь регресії. Дослідження проведені на прикладі експериментальної установки машини для поздовжнього різання при використанні ножа з односторонньою заточкою. При проведенні математичного експерименту був використаний рототабельний план другого порядку, що дозволяє найбільш ефективно вирішити поставлене завдання оцінки впливу досліджуваних факторів на погонне зусилля різання. Одержані рівняння регресії описують сумарну величину втрат при поздовжньому різанні матеріалу та величину втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа з односторонньою заточкою. Порівняння сумарних величин втрат при поздовжньому різанні матеріалу ножами різних геометричних форм (з односторонньою та двосторонньою заточкою), дозволяє зробити висновки, що при проектуванні машин для двоїння та вирівнювання деталей низу взуття по товщині доцільно обирати лезо ножа з односторонньою заточкою, що дозволить знизити енергетичні витрати процес.

Ключові слова: погонне зусилля, сумарна величина втрат, втрати на тертя матеріалу, валики, кромка лека ножа.

D.A. MAKATORA, I.V. PANASYUK
Kyiv National University of Technologies and Design, KNUITD

DETERMINATION OF LINEAR FORCE OF MICROPOROUS RUBBER CUTTING BY THE KNIFE WITH ONE-SIDED GRINDING

The purpose of this study is to develop a simple and effective evaluation method of the impact the gap between the rollers and the value of the distance from the vertical axis of rollers rotation to the edge of the knife blade have on linear force of microporous rubber cutting by using regression equations. The research has been conducted by the example of the experimental setup of the cutting machine for longitudinal using a knife with one-sided grinding. The application of the rotary plan of the second order during mathematical experiment allowed to efficiently solve the problem of the impact the researched factors have on a linear cutting force. The received results of regression equation describe both the total value of loss during the longitudinal cut of the material and the value of loss due to material friction on the brink of a motionless knife with one-sided grinding. Comparison of the total value of loss during the longitudinal cut of material by knives of

various geometries (with one-sided and double-sided grinding), leads to the conclusion that it is advisable to select the thickness of one-sided blade grinding in the design of machines for splitting and alignment of parts of shoes bottom, which will result in dramatic reduction of energy costs.

Keywords: linear force, the total value of losses, the loss due to material friction, rollers, knife blade edge.

Постановка проблеми. Машини для повздожнього різання деталей низу взуття застосовуються для розділення напівфабрикату (гуми, повсті та інше) по товщині для отримання двох і більш тонких деталей, придатних для застосування у взуттєвому виробництві. Основна частина технологічного процесу повздожнього різання деталей низу взуття – це взаємодія валкового механізму і лека ножа машини з матеріалом деталі, яка представляє значний інтерес, оскільки впливає на якість обробки деталі та енергетичні витрати [1]. Так в роботі [2] було проведено порівняння ножів різної геометричної форми, яке показало що використання ножа з односторонньою заточкою дозволяє знизити силу опору просуванню розділених деталей, в порівнянні з двостороннім заточуванням, що в свою чергу знизить енергетичні витрати на процес повздожнього різання при двійні і вирівнюванні матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторами роботах [3–6] було визначено погонне зусилля різних матеріалів при використанні лека ножа з двохсторонньою заточкою, а саме в роботах [3, 4] для мікропористої гуми, роботах [5, 6] відповідно для монолітної гуми та повсті. Остається актуальне питання визначення погонного зусилля матеріалів при використанні лека ножа з односторонньою заточкою.

Виклад основного матеріалу. Експериментальні дослідження як завершальна стадія проектування геометрії ріжучого інструменту в машинах для повздожнього різання проводяться для визначення погонного зусилля різання матеріалів та порівняння витрат, що витрачається на процес повздожнього різання при використанні ножів різної геометричної форми.

Для визначення погонного зусилля різання був проведений двох факторний експеримент для моделі дослідження:

$$y = F(x_1, x_2)$$

де y – критерій оптимізації, що визначає q_p ;

x_1 і x_2 – керовані параметри (фактори), що характеризують відповідно величину зазору між валиками h і величину відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки лека ножа a .

При визначенні q_p , як зазначалося, необхідно провести двократну обробку деталі, при котрій в ході її розрізання визначається сумарна величина витрат на обробку P , а потім після розрізання матеріал складають разом і пропускають площиною з'єднання через ніж, та визначається величина витрат на тертя F . Таким чином, лише різниця цих значень, віднесена до величини ширини деталі, дає справжню величину погонного зусилля різання мікропористої гуми [7]:

$$q_p = \frac{P - F}{B}. \tag{1}$$

Планування експерименту проводилося з використаних ротатбельного плану Бокса для двофакторного експерименту ($k_{1,2} = 2$), який рекомендуються при $k_{1,2} \leq 5$ [8].

Загальна кількість дослідів визначається за формулою [8]:

$$N_{1,2} = 2^2 + 2 \cdot 2 + 5 = 13.$$

Кодування, іменування значення факторів та інтервали їх варіювання наведені в табл. 1, значення яких визначалися за допомогою співвідношень:

$$x_1 = \frac{x_i - 4,35}{1}; \quad x_2 = \frac{x_j - 5}{0,5}. \tag{2}$$

Таблиця 1

Таблиця рівнів та інтервалів варіювання діючих факторів, які підлягають дослідженню

Фактори	Рівні варіювання					Інтервал варіювання фактору
	-1,414	-1	0	+1	+1,414	
1	2	3	4	5	6	7
h – відстань між транспортуючими валиками, мм. (x_1)	2,95	3,35	4,35	5,35	5,75	1
a – відстань між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою лека ножа, мм. (x_2)	4,3	4,5	5	5,5	5,7	0,5

Проведемо обробку даних експерименту з визначення сумарної величини втрат при повздожньому різанні матеріалу. Матриця планування двофакторного експерименту представлена в табл. 2.

Матриця планування двофакторного експерименту визначення сумарної величини втрат при поздовжньому різанні матеріалу

Номер досліду	Матриця планування		Робоча матриця			Дані до розрахунку	
	x_1	x_2	h	a	y_u	y_u	$(y_u - \bar{y}_u)^2$
1	1	1	5,35	5,5	300	300,29	0,0813
2	-1	1	3,35	5,5	364	361,12	8,3171
3	1	-1	5,35	4,5	390	391,08	1,1752
4	-1	-1	3,35	4,5	432	429,92	4,3469
5	-1,414	0	2,95	5	406	407,83	3,3465
6	1,414	0	5,75	5	340	337,37	6,9258
7	0	-1,414	4,35	4,3	426	425,02	0,9621
8	0	1,414	4,35	5,7	312	312,18	0,0336
9	0	0	4,35	5	372	370,49	2,2812
10	0	0	4,35	5	370	370,49	0,2397
11	0	0	4,35	5	372	370,49	2,2812
12	0	0	4,35	5	370	370,49	0,2397
13	0	0	4,35	5	368	370,49	6,1983
					$\sum_{i=1}^{13} = 4822$	$\sum_{i=1}^{13} (y_u - \bar{y}_u)^2 = 36,4286$	

При визначенні числа вимірів для кожного досліду проводилося п'ять повторних вимірювань на нульовому рівні (досліди 9 – 13) і визначалося наближене значення середньоквадратичної похибки рівняння (1.10) [8]: $S_p = 1,118$.

Розрахункове значення критерію Стюдента в цьому випадку: $t_{расч}(P) = 4,0001$.

Табличне значення критерію Стюдента для $\alpha_B = 0,95$ і $n_1 = 5$ [8]. Тобто виконується умова: $t_{расч}(P) \geq t_{табл}$.

Отже, число вимірювань $n_1 = 5$ для кожного досліду є достатнім. Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначалося середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному досліду і дані заносилися в робочу матрицю планування (табл.2.).

У цьому випадку необхідно знайти значення коефіцієнтів регресії рівняння (3.36) [8]:

$$y_u = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2. \quad (3)$$

Для визначення цих коефіцієнтів використовувалися рівняння (3.32) – (3.35) і дані табл. 3.32 [8] для двофакторного експерименту: $\alpha_1 = 0,2$; $\alpha_2 = 0,1$; $\alpha_3 = 0,125$; $\alpha_4 = 0,25$; $\alpha_5 = 0,125$; $\alpha_6 = 0,187$; $\alpha_7 = 0,1$.

Звідси: $b_0 = 370,49$; $b_1 = -24,92$; $b_2 = -39,90$; $b_{12} = -5,5$; $b_{11} = 1,05$; $b_{22} = -0,94$

Таким чином, рівняння (3) набуває вигляду:

$$y_u = 370,49 - 24,92 x_1 - 39,9 x_2 - 5,5 x_1 x_2 + 1,05 x_1^2 - 0,94 x_2^2 \quad (4)$$

Гіпотеза про адекватність рівняння (4) перевіряється в такій послідовності.

Так як досліди дублювалися тільки в нульовій точці, то дисперсія адекватності згідно рівнянню (4.48) [8]:

$$S_{ад}^2 = \frac{36,43 - 11,24}{3} = 8,4.$$

Дисперсія відтворюваності для цього випадку визначається за формулою (4.13) [8]:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{11,24}{4} = 2,81.$$

Знаючи число ступенів свободи для більшої ($f_{ад} = 3$) і меншої ($f_e = 4$) дисперсії [8], табличне значення критерію Фішера для 95-відсоткової довірчої ймовірності:

$$F_{табл} = 6,59.$$

Розрахункове значення критерію Фішера згідно формули (4.35) [8]:

$$F_{расч(P)} = \frac{8,4}{2,81} = 2,99.$$

Порівняння табличного і розрахункового значень критерію Фішера показало, що рівняння (4) можна вважати адекватним з довірчою ймовірністю $\alpha_B = 0,95$, так як дотримується умова: $F_{табл} \geq F_{расч(P)}$.

Значимість коефіцієнтів регресії в рівнянні (4) перевіряється з урахуванням рівнянь (4.26) – (4.29) і (4.30) – (4.33) і даних табл. 4.3 [8] для випадку, коли $k_1 = 2$. У цьому випадку: $a_8 = 0,2$; $a_9 = 0,125$; $a_{10} = 0,1438$; $a_{11} = 0,25$.

$$\text{Отже: } S_{\{b_0\}}^2 = 0,2 \cdot 2,81 = 0,56 \text{ і } S_{\{b_0\}} = 0,75; \quad S_{\{b_i\}}^2 = 0,125 \cdot 2,81 = 0,351 \text{ і } S_{\{b_i\}} = 0,59;$$

$$S_{\{b_{ii}\}}^2 = 0,1438 \cdot 2,81 = 0,404 \text{ і } S_{\{b_{ii}\}} = 0,636; \quad S_{\{b_{ij}\}}^2 = 0,25 \cdot 2,81 = 0,703 \text{ і } S_{\{b_{ij}\}} = 0,838.$$

Звідси з співвідношень (4.26) – (4.29) [8]:

$$\Delta b_0 = \pm 2 \cdot 0,75 = \pm 1,5; \quad \Delta b_i = \pm 2 \cdot 0,59 = \pm 1,18; \quad \Delta b_{ii} = \pm 2 \cdot 0,636 = \pm 1,272; \quad \Delta b_{ij} = \pm 2 \cdot 0,838 = \pm 1,676.$$

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (4) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти, крім b_{11} та b_{22} , тоді отримуємо:

$$y_u = 370,49 - 24,92x_1 - 39,9x_2 - 5,5x_1x_2 \quad (5)$$

Рівняння (5) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуючими валиками (x_1), і відстані між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2).

Враховуючи вирази (2), перейдемо до іменованих величинах:

$$y_u = 370,49 - 24,92(h - 4,35) - 39,9\left(\frac{a-5}{0,5}\right) - 5,5(h - 4,35)\left(\frac{a-5}{0,5}\right).$$

Після спрощення рівняння прийме вид:

$$y_u = 638,64 + 30,08h - 31,95a - 11ha \quad (6)$$

Отриманий вираз (6) – експериментальна математична модель залежності величини сумарних втрат при виконанні поздовжнього різання від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

Проведемо обробку даних експерименту з визначення величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа. Матриця планування двофакторного експерименту представлена в таблиці 3.

При визначенні числа вимірів для кожного досліді проводилося п'ять повторних вимірювань на нульовому рівні (досліді 9 – 13) і визначалося наближене значення середньоквадратичної похибки рівняння (1.10) [8]: $S_p = 1,118$.

Таблиця 3

Матриця планування двофакторного експерименту з визначення величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа

Номер досліді	Матриця планування		Робоча матриця			Дані до розрахунку		
	x_1	x_2	h	a	y_u	y_u	$(y_u - \bar{y}_u)^2$	
1	1	1	5,35	5,5	242	240,91	1,1934	
2	-1	1	3,35	5,5	284	283,00	1,0092	
3	1	-1	5,35	4,5	318	316,53	2,1754	
4	-1	-1	3,35	4,5	358	356,61	1,9240	
5	-1,414	0	2,95	5	328	327,72	0,0133	
6	1,414	0	5,75	5	269	269,62	0,0661	
7	0	-1,414	4,35	4,3	352	352,60	0,1936	
8	0	1,414	4,35	5,7	247	247,09	0,0048	
9	0	0	4,35	5	284	284,47	0,2230	
10	0	0	4,35	5	288	284,47	12,4450	
11	0	0	4,35	5	280	284,47	20,0011	
12	0	0	4,35	5	286	284,47	2,3340	
13	0	0	4,35	5	284	284,47	0,2230	
					$\sum_1^{13} = 3820$	$\sum_1^{13} (y_u - \bar{y}_u)^2 = 41,8057$		

Розрахункове значення критерію Стьюдента в цьому випадку: $t_{расч}(P) = 4,0001$.

Табличне значення критерію Стьюдента для $\alpha_B = 0,95$ і $n_1 = 5$ [8]. Звідси виконується умова:

$$t_{расч}(P) \geq t_{табл}.$$

Отже, число вимірювань $n_1 = 5$ для кожного досліду є достатнім. Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначали середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному досліду і дані заносилися в робочу матрицю планування (табл.3.).

У цьому випадку необхідно знайти значення коефіцієнтів регресії рівняння (3.32) – (3.35) і дані табл. 3.32 [8] для двофакторного експерименту: $b_0 = 284,47$; $b_1 = -20,54$; $b_2 = -37,31$; $b_{12} = -0,5$; $b_{11} = 7,1$; $b_{22} = 7,69$.

Таким чином, рівняння (3) набуває вигляду:

$$y_u = 284,47 - 20,54x_1 - 37,31x_2 - 0,5x_1x_2 + 7,1x_1^2 + 7,69x_2^2 \quad (7)$$

Гіпотеза про адекватність рівняння (7) перевіряється у вище викладеній методиці.

Дисперсія адекватності:

$$S_{ad}^2 = \frac{41,81 - 35,22}{3} = 2,2.$$

Дисперсія відтворюваності для цього випадку:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{35,22}{4} = 8,81.$$

Розрахункове значення критерію Фішера:

$$F_{расч(F)} = \frac{2,2}{8,81} = 0,25.$$

Порівняння табличного і розрахункового значень критерію Фішера показало, що рівняння (7) можна вважати адекватним з довірчою ймовірністю $\alpha_B = 0,95$, так як дотримується умова: $F_{табл} \geq F_{расч(P)}$.

Значимість коефіцієнтів регресії в рівнянні (7) перевіряли аналогічно як у вище викладеній методиці.

Отже: $S_{\{b_0\}}^2 = 0,2 \cdot 8,81 = 1,762$ і $S_{\{b_0\}} = 1,327$;

$S_{\{b_1\}}^2 = 0,125 \cdot 8,81 = 1,101$ і $S_{\{b_1\}} = 1,049$; $S_{\{b_{11}\}}^2 = 0,1438 \cdot 8,81 = 1,267$ і $S_{\{b_{11}\}} = 1,126$;

$S_{\{b_{12}\}}^2 = 0,25 \cdot 8,81 = 2,203$ і $S_{\{b_{12}\}} = 1,484$.

Звідси з співвідношень (4.26) – (4.29) [8]:

$\Delta b_0 = \pm 2 \cdot 1,327 = \pm 2,654$; $\Delta b_1 = \pm 2 \cdot 1,049 = \pm 2,098$; $\Delta b_{11} = \pm 2 \cdot 1,126 = \pm 2,252$; $\Delta b_{12} = \pm 2 \cdot 1,484 = \pm 2,968$.

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (7) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти, крім b_{12} , тоді отримаємо:

$$y_u = 284,47 - 20,54x_1 - 37,31x_2 + 7,1x_1^2 + 7,69x_2^2 \quad (8)$$

Рівняння (8) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуючими валиками (x_1), і відстані між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2).

Враховуючи вирази (2), перейдемо до іменованих величинах:

$$y_u = 284,47 - 20,54(h - 4,35) - 37,31\left(\frac{a - 5}{0,5}\right) + 7,1(h - 4,35)^2 + 7,69\left(\frac{a - 5}{0,5}\right)^2.$$

Після спрощення рівняння прийме вид:

$$y_u = 1650,18 - 82,31h - 382,22a + 7,1h^2 + 30,76a^2. \quad (9)$$

Отриманий вираз (9) – експериментальна математична модель залежності величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа при виконанні поздовжнього різання нерухомим ножом, від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

Отримані експериментальні моделі, а саме визначення сумарної величини втрат (6) та величини втрат на тертя матеріалу (9) дозволяють визначати погонне зусилля різання мікропористої гуми (1). Підставляючи значення в рівняння (1) отримаємо середнє значення погонного зусилля монолітної гуми:

$$q_p = 2,46 \frac{H}{мм}.$$

Відхилення від отриманих раніше значень роботи [4] складають $\Delta = 3,9\%$.

Порівнюючи сумарні величини втрат при поздовжньому різанні матеріалу при використанні ножа з двохсторонньою заточкою (отриманні автором в роботі [4]) та при використанні ножа з односторонньою заточкою, отримаємо:

$$\Delta P = \frac{499,32 - 370,49}{499,32} = 25,8\%.$$

Визначене відхилення свідчить, що виконанні операції повздовжнього різання матеріалу доцільно використовувати лезо ножа з односторонньою заточкою, що дозволить знизити сумарні величини втрат, в порівнянні з двостороннім заточуванням, що в свою чергу знизить енергетичні витрати на процес.

Висновки

Отриманні рівняння регресії описують сумарну величину втрат при повздовжньому різанні матеріалу та величину втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа з односторонньою заточкою. Порівняння сумарних величин втрат при повздовжньому різанні матеріалу ножами різних геометричних форм (з односторонньою та двосторонньою заточкою), дозволяє зробити висновки, що при проектуванні машин для двоїння та вирівнювання деталей низу взуття по товщині доцільно обирати лезо ножа з односторонньою заточкою, що дозволить знизити енергетичні витрати процес.

Література

1. Князев В.І. Визначення похибки обробки при двоїнні деталей низу взуття / В.І. Князев, В.С. Черно-Іванов // Легка промисловість. – 1997. – № 1. – С. 59.
2. Макацьора Д.А. Аналіз раціонального положення ножа та форми його поперечного перерізу в машинах типу “ДН” / Д.А. Макацьора, В.І. Князев // Вісник КНУТД, № 1. – 2004. – С. 159–163.
3. Черно-Іванов В.С. Розробка механізму повздовжнього різання деталей низу взуття : автореф. дис. ... к-та техн. наук : 05.05.10 / ДАЛПУ – К., 1998. – 18 с.
4. Макацьора Д.А. Визначення погонного зусилля різання мікропористої гуми ножом з двосторонньою заточкою / Д.А. Макацьора // Вісник ЧДТУ. – 2013. – № 2 (65). – С. 92–97.
5. Макацьора Д.А. Визначення погонного зусилля різання монолітної гуми ножом з двосторонньою заточкою / Д.А. Макацьора, І.В. Панасюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 1. – С. 31–35.
6. Макацьора Д.А. Визначення погонного зусилля різання повсті ножом з двосторонньою заточкою / Д. А. Макацьора, І. В. Панасюк // Вісник КНУТД. – 2014. – № 1 (75). – С. 41–48.
7. Пат. (України) 70012А Спосіб визначення потужності, що витрачається на повздовжнє різання матеріалу / Д.А. Макацьора, В.І. Князев. – Опубл. в бюл. «Промислова Власність», 2004. – № 9.
8. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента / Тихомиров В.Б. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 262 с.

References

1. Kniaziev V.I. Vyznachennia pokhybky obrobky pry dvoinni detalei nyzu vzuttia / V.I. Kniaziev, V.S. Chorno-Ivanov // Lehka promyslovist. -1997. - №1. - S.59.
2. Makatora D.A. Analiz ratsionalnogo polozhennia nozha ta formy yoho poperechnoho pererizu v mashynakh typu “DN”/ D.A. Makatora, V.I. Kniaziev // Visnyk KNUTD, № 1, 2004, s. 159-163.
3. Chorno-Ivanov V.S. Rozrobka mekhanizmu povzdovzhnoho rizannia detalei nyzu vzuttia: Avtoref. dys... k-ta tekhn. nauk: 05.05.10 / DALPU – K., 1998. – 18 s.
4. Makatora D.A. Vyznachennia pohonnoho zusyillia rizannia mikroporystoi humy nozhem z dvostoronnoiu zatochkoiu / D.A. Makatora // Visnyk ChDTU. – 2013. – № 2 (65). – S. 92-97.
5. Makatora D. A. Vyznachennia pohonnoho zusyillia rizannia monolitnoi humy nozhem z dvostoronnoiu zatochkoiu / D. A. Makatora, I. V. Panasiuk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. - 2014. - № 1. - S. 31-35.
6. Makatora D.A. Vyznachennia pohonnoho zusyillia rizannia povsti nozhem z dvostoronnoiu zatochkoiu / D. A. Makatora, I. V. Panasiuk // Visnyk KNUTD. – 2014. – № 1 (75). – S. 41-48.
7. Deklaratsiinyi Patent (Ukrainy) 70012A Sposib vyznachennia potuzhnosti, shcho vytrachaietsia na povzdovzhnie rizannia materialu/ D.A. Makatora, V.I. Kniaziev. – Opubl. v biul. «Promyslova Vlasnist», 2004, №9.
8. Tykhomirov V.B. Planirovaniye y analiz eksperymenta. – M.: Lehkaia yndustryia, 1974. – 262s.

Рецензія/Peer review : 31.3.2014 р.

Надрукована/Printed :7.4.2014 р.

Статтю представляє: Панасюк І.В., д.т.н., проф.,
зав. каф. техногенної безпеки та тепломасообмінних процесів, КНУТД