

УДК 621.873

doi: [10.31474/1999-981X-2018-1-136-142](https://doi.org/10.31474/1999-981X-2018-1-136-142)

О.В. Держинська

## ВИКОРИСТАННЯ ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ОПОРНОЇ ПОВЕРХНІ ЛИЖ КРОКУЮЧОГО РУШІЯ З ҐРУНТОМ

**Мета.** Метою роботи є отримання математичних моделей, що описують ефективність застосування нової конструкції опорних елементів лиж крокуючого рушія.

**Методика досліджень.** Методикою проведення факторного експерименту процесу взаємодії опорної поверхні лиж крокуючого рушія з ґрунтом включає: відбір факторів, які впливають на коефіцієнт зчеплення опорної поверхні лижі з ґрунтом, визначення залежності між факторами (силою зсуву лижі по ґрунту, тиску лижі на ґрунт та висоти опорного елемента) і результативним показником (коефіцієнт зчеплення опорної поверхні лижі з ґрунтом), моделювання взаємозв'язків між факторами (силою зсуву лижі по ґрунту, тиску лижі на ґрунт та висоти опорного елемента) і результативним показником (коефіцієнт зчеплення опорної поверхні лижі з ґрунтом) та розрахунок впливу факторів і оцінка ролі кожного з них у зміні результативного показника.

**Результати.** За результатами експерименту визначили вибіркові коефіцієнти регресії. Експериментальне дослідження зміни сили зчеплення на початку циклу крокування підтвердили, що конструкція «шевронного» опорного елемента лиж має більше зчеплення з ґрунтом, ніж з рівними опорними елементами.

**Наукова новизна.** В цій статті вперше виконано аналіз поверхні відгуку залежності коефіцієнту зчеплення від сили зсуву, тиску на ґрунт та висоти опорного елемента показав, що тиск лиж крокуючого рушія на ґрунт і сила зсуву чинять вагомий вплив на зміну сили зчеплення лиж на ґрунт. Однак висота опорних елементів лижі чинить більший вплив, чим окремо варіюваний тиск лиж крокуючого рушія на ґрунт і сила зсуву.

**Практичне значення.** Результати дослідження можуть бути застосовані для вдосконалення конструкції лиж крокуючих машин, за рахунок визначення оптимальної конструкції опорної поверхні лиж крокуючого рушія.

**Ключові слова:** крокуючий рушія, опорні елементи лиж, математична модель, факторний експеримент поверхня відгуку.

### Вступ.

Однією з важливих характеристик прохідності крокуючого рушія, є сила зчеплення опорної поверхні лижі з ґрунтом. Однак в сучасному машинобудуванні дослідження даної проблеми ведуться не в повній мірі, тому вивчення процесу взаємодії опорної поверхні лиж крокуючого рушія є актуальним.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У роботі [1] автором була запропонована конструкція опори (ноги) крокуючого рушія, який дозволяє контролювати прохідність крокуючої машини в залежності від ґрунту. Вивченням питання впливу конструкції опорної поверхні лиж на процес зчеплення з ґрунтом займалися Н.З. Гармаш і Ю.І. Бережний [2], але їх роботи засновані на дослідження тільки однієї форми опорних елементів лиж крокуючого рушія, інші конструкції і конфігурація опорних елементів розглянуті не були.

### Мета роботи.

Отримання математичних моделей, що описують ефективність застосування нової конструкції опорних елементів лиж крокуючого рушія.

### Постановка задачі.

Одним з показників прохідності, є сила зчеплення опорної поверхні лиж крокуючого рушія з ґрунтом. Особливий вплив на нього чинять такі фактори, як тиск опорного елемента на ґрунт, сила зсуву та висота опорного елемента.

### Методи дослідження.

При описі залежності в роботі використовувалася повний факторний експерименту. Було використано адитивну модель детермінованого типу. факторного аналізу Побудова факторного експерименту проводилась за наступною методикою: [3]

1. Відбір факторів, які впливають на коефіцієнт зчеплення опорної поверхні лижі з ґрунтом.

2. Визначення залежності між факторами (силою зсуву лижі по ґрунту, тиску лижі на ґрунт та висоти опорного

елементу) і результативним показником (коефіцієнт зчеплення опорної поверхні лижі з ґрунтом).

3. Моделювання взаємозв'язків між факторами (силою зсуву лижі по ґрунту, тиску лижі на ґрунт та висоти опорного елемента) і результативним показником (коефіцієнт зчеплення опорної поверхні лижі з ґрунтом).

4. Розрахунок впливу факторів і оцінка ролі кожного з них у зміні результативного показника.

#### Виклад основного матеріалу.

У зв'язку з вищесказаним, було визначено, що коефіцієнт зчеплення опорної поверхні лиж з ґрунтом можна уявити як функцію від цих параметрів:

$$F = (P_l, T_{zc}, h_{oe}), \quad (1)$$

де  $P_l$  - тиск лижі на ґрунт,

$T_{zc}$  - сила зсуву лижі по ґрунту,

$h_{oe}$  - висота опорного елемента лижі крокуючого рушія на ґрунт.

Для проведення експерименту було прийнято факторний план типу  $2^3$ .

Так як аналітичний вираз функції відгуку невідомо на підставі апріорних відомостей дослідження почнемо з подання її у виді полінома першого ступеня [ 3-5 ]:

$$F = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k b_{ij} x_i x_j + \dots + \sum_{\substack{i,j,\dots,n=1 \\ i \neq j \neq \dots \neq n}}^k b_{ijn} x_i x_j \dots x_n, \quad (2)$$

де  $x_i, x_j, x_n$  - незалежні змінні (фактори);  $b_0, b_i, b_{ij}, b_{ijn}$  - коефіцієнт регресії.

Рівні та інтервали варіювання представлені в таблиці 1.

Всі можливі комбінації для трьох факторів, будуть вичерпані, якщо ми поставимо вісім дослідів для суглинку, які показані в таблиці 2.

Таблиця 1 – Рівні та інтервали варіювання факторів

Рівень фактору	Тиск лижі на ґрунт, $P_l$ , кПа	Сила зсуву лижі по ґрунту, $T_{zc}$ , кН	Висота опорного елемента $h_{oe}$ , м
Основний	0,52	0,82	0,12
Нижній	0,3	0,6	0,08
Верхній	0,74	1,04	0,016
Інтервал варіювання	0,22	0,22	0,04

Таблиця 2 – Повний план факторного експерименту для ґрунту «супісь»

Номер досвіду	Фактори			Відгук $y'$
	$x_1$	$x_2$	$x_2$	
1	+1	-1	-1	0,673
2	+1	-1	-1	0,954
3	+1	-1	0	1,006
4	+1	0	+1	1,039
5	0	0	-1	1,078
6	0	0	-1	1,186
7	-1	+1	0	1,197
8	-1	+1	+1	1,238

Користуючись результатами експерименту, можна визначити вибіркові коефіцієнти регресії, які є оцінками для теоретичних коефіцієнтів регресії. Відзначимо, що поліноміальний рівняння (2) вони охоплює «майже стаціонарну область» поверхні відгуку.

Користуючись таким плануванням, можна обчислити коефіцієнти регресії квадратного рівняння за формулою[5]:

$$S_{bj} = \frac{S_{воспр}}{\sqrt{N}}. \quad (3)$$

$$b_0 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 y_i = \frac{1}{8} \cdot (0,673 + 0,954 + 1,006 + 1,039 + 1,078 + 1,186 + 1,197 + 1,238) = 1,05;$$

$$b_1 = \frac{1}{8} \cdot (+1 \cdot 0,673 + 1 \cdot 0,954 + 1 \cdot 1,006 + 1 \cdot 1,039 + 0 \cdot 1,078 + 0 \cdot 1,186 - 1 \cdot 1,197 - 1 \cdot 1,238) = 1,2;$$

$$b_2 = \frac{1}{8} (1 \cdot 0,673 - 1 \cdot 0,954 + 1 \cdot 1,006 + 0 \cdot 1,039 + 0 \cdot 1,078 + 0 \cdot 1,186 + 1 \cdot 1,197 + 1 \cdot 1,238) = 0,2;$$

$$b_3 = \frac{1}{8} \cdot (-1 \cdot 0,673 - 1 \cdot 0,954 + 0 \cdot 1,006 + 1 \cdot 1,039 - 1 \cdot 1,078 - 1 \cdot 1,186 + 0 \cdot 1,197 + 1 \cdot 1,238) = -1,6.$$

Розрахуємо коефіцієнти парної взаємодії. Для цього складемо додаткову таблицю (таблиця 3).

Коефіцієнти розрахуємо за формулами [5]:

$$b_{12} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_1 x_2 y_i = \frac{1}{8} \cdot (-1 \cdot 0,673 - 1 \cdot 0,954 - 1 \cdot 1,006 + 0 \cdot 1,039 + 0 \cdot 1,078 + 0 \cdot 1,186 - 1 \cdot 1,197 - 1 \cdot 1,238) = -0,63;$$

$$b_{13} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_1 x_3 y_i = \frac{1}{8} \cdot (-1 \cdot 0,673 - 1 \cdot 0,954 + 0 \cdot 1,006 + 1 \cdot 1,039 + 0 \cdot 1,078 + 0 \cdot 1,186 + 0 \cdot 1,197 - 1 \cdot 1,238) = -0,23;$$

$$b_{23} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_2 x_3 y_i = \frac{1}{8} \cdot (+1 \cdot 0,673 + 1 \cdot 0,954 + 0 \cdot 1,006 + 0 \cdot 1,039 + 0 \cdot 1,078 + 0 \cdot 1,186 + 0 \cdot 1,197 + 1 \cdot 1,238) = 0,35;$$

$$b_{123} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_1 x_2 x_3 y_i = \frac{1}{8} \cdot (+1 \cdot 0,673 + 1 \cdot 0,954 + 0 \cdot 1,006 + 0 \cdot 1,039 + 0 \cdot 1,078 + 0 \cdot 1,186 + 0 \cdot 1,197 + 1 \cdot 1,238) = 0,35;$$

Таблиця 3 – Розширена матриця планування повного факторного експерименту  $2^3$

Номер досвіду	Фактори								Відгук $y$
	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_2$	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$	
1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	0,673
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	0,954
3	+1	+1	-1	0	-1	0	0	0	1,006
4	+1	+1	0	+1	0	+1	0	0	1,039
5	+1	0	0	-1	0	0	0	0	1,078
6	+1	0	0	-1	0	0	0	0	1,186
7	+1	-1	+1	0	-1	0	0	0	1,197
8	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	1,238

Основним значенням, на підставі якого надалі розраховуються всі інші характеристики вибірки, є середнє арифметичне і дисперсія. У вибірках малих обсягів ( $N=8$ ) ці характеристики визначаються прямим розрахунком за формулами [9,10]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (5)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 (0,67 + 0,95 + 1,006 + 1,039 + 1,078 + 1,186 + 1,197 + 1,238) = 1,046.$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^8 (0,67 - 1,046)^2 + (0,95 - 1,046)^2 + (1,039 - 1,046)^2 + (1,078 - 1,046)^2 + (1,186 - 1,046)^2 + (1,197 - 1,046)^2 + (1,238 - 1,046)^2 = 0,0009.$$

Для оцінки величини випадкової помилки виміру існує декілька способів. Найбільш поширена оцінка за допомогою середньоквадратичного відхилення.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{7} \sum_{i=1}^n (0,67 - 1,046)^2 + (0,95 - 1,046)^2 + (1,039 - 1,046)^2 + (1,186 - 1,046)^2 + (1,197 - 1,046)^2 + (1,238 - 1,046)^2} = 0,03.$$

Середньоквадратична помилка дорівнює [10]:

$$S_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (7)$$

$$S_n = \frac{0,03}{\sqrt{8}} = 0,01.$$

Величина абсолютної похибки визначається з виразу [10]:

$$\varepsilon = t_T \cdot S_n, \quad (8)$$

де  $t_T$  = значення критерію Стюдента [10].

$$\varepsilon = 2,365 \cdot 0,01 = 0,02,$$

Відносна помилка не повинна перевищувати 5 %, тому проведемо перевірку справедливості умови:

$$\Delta \geq \frac{\varepsilon}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

$$5\% \geq \frac{0,02}{1,046} \cdot 100\%,$$

$$5\% \geq 3,9\%.$$

Умова виконується. Отже число дослідів дорівнює 8.

Обробка результатів проведених подібним чином експериментів дозволяє отримати математичну модель прицілу, що забезпечує задовільну збіжність розрахункових і експериментальних даних в широкому діапазоні зміни величин  $P_l$ ,  $T_{zc}$  і  $h_{oe}$ .

### Обговорення результатів.

Статистичний аналіз показав, що отримані рівняння регресії є адекватними експериментальними даними за критерієм Фішера. З урахуванням виключених незначущих коефіцієнтів відповідно до критерію Стюдента, моделі показника сили зчеплення опорних елементів лижі з ґрунтом має вид:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 1,05 + 1,2x_1 - 0,2x_2 - 1,6x_3 - 0,63x_1x_2 - 0,23x_1x_3 + 0,35x_2x_3 + 0,35x_1x_2x_3. \quad (10)$$

За допомогою програми STATISTICA 8.0 були побудовані залежності  $f$  від  $P_l$ ,  $T_{zc}$  і  $h_{oe}$ .

Аналіз поверхні відгуку на рис.1 показав, що тиск лиж крокуючого рушія на ґрунт і сила зсуву чинять вагомий вплив на зміну сили зчеплення лиж на ґрунт. Однак висота опорних елементів лижі чинить більший вплив, чим окремо варійований тиск лиж крокуючого рушія на ґрунт і сила зсуву.

З збільшенням висоти опорного елемента, при варіюванні параметру тиску лиж крокуючого рушія на ґрунт і сили зсуву, значення сили зчеплення крокуючого рушія збільшується.

### Висновки.

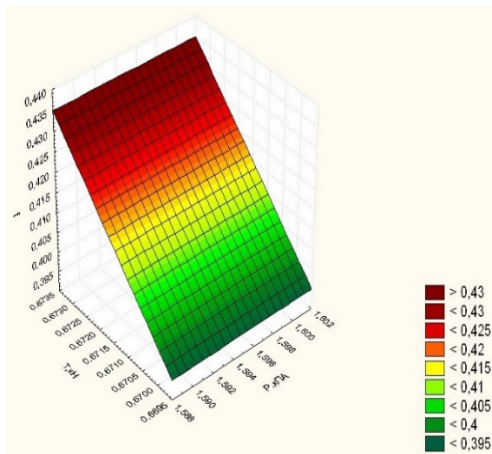
Аналіз рівнянь регресії показав, що математична модель адекватно описує проведені експериментальні дослідження з імовірністю 5 %. Розглядаючи поліноміальне рівняння (10) висловимо гіпотезу: в межах досліджуваної області факторного простору збільшення висоти опорного елемента лиж крокуючого рушія призводить до збільшення зчеплення лиж з ґрунтом.

Експериментальне дослідження зміни сили зчеплення на початку циклу, що крокує підтвердили, що конструкція «шевронного» опорного елемента лиж має більше зчеплення з ґрунтом, ніж з рівними опорними елементами.

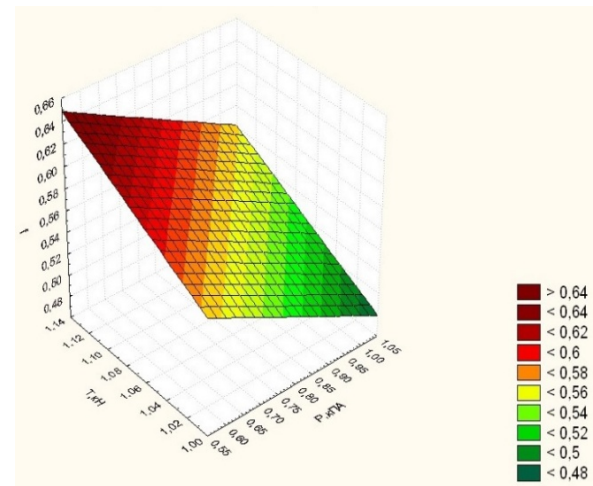
Отримані нетривіальні результату експериментального дослідження залежності силовий характеристики крокуючого рушія від висоти опорного елемента лиж, тиску лиж на ґрунт та силу зсуву дозволяють визначити оптимальну

конструкцію лиж крокуючого рушія; підтверджують основні функціональні залежності і висновки, отримані при

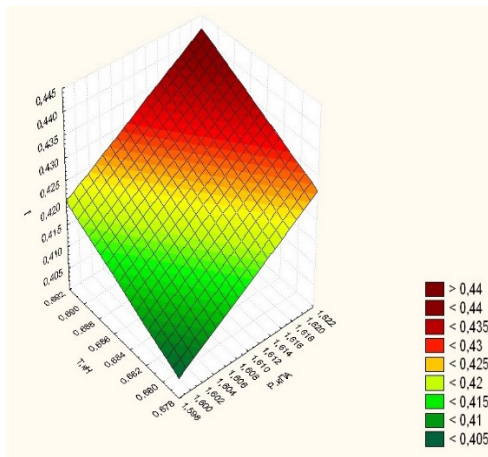
теоретичному дослідженні розрахункової схеми механізму.



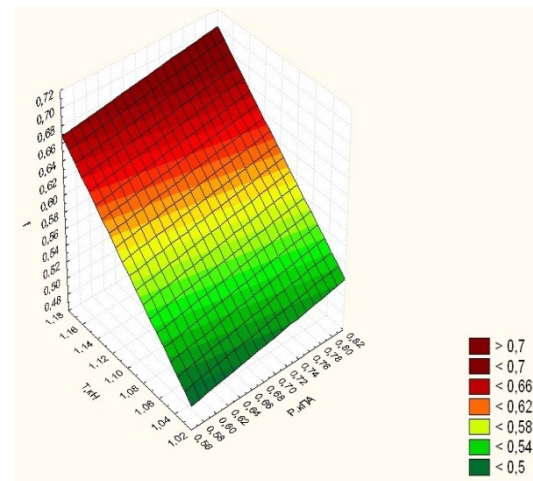
Без опірних елементів



$h_{oe}=0,012\text{ м}$



$h_{oe}=0,008\text{ м}$



$h_{oe}=0,016\text{ м}$

**Рис. 1.** Результати експериментального дослідження залежності  $f$  від  $P_d$ ,  $T_{zc}$  і  $h_{oe}$  для «суглинку»

І останнє, що можна відзначити при обговоренні результатів експерименту значення параметра виходу  $f$  добре узгоджуються з величинами цих параметрів, отриманими розрахунковим шляхом.

### Список літератури

1. Фролова Н. Е. О тягово – сцепных свойствах и профильной проходимости шагающих машин с цикловым движителями. *Вестник АГТУ*. Волгоград, 2006. № 4 (33). С. 310. 316.
2. Гармаш Н.З., Бережной Ю.И. Конструкция, основы теории и расчета шагающего ходового оборудования горнотранспортных машин. Москва: Недра, 1971. 144с.

3. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. Минск: Изд-во БГУ, 1982. 302 с.
4. Кононюк А.Е. Основы научных исследований (общая теория эксперимента). Киев: КНТ, 2011. 508 с.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Москва: Наука, 1976. 280с.
6. Jaroslaw A. Dynamics of Wheel–Soil Systems: A Soil Stress and Deformation-Based Approach. *Journal of Field robotics*. 2001. No 18. P. 657–670.
7. Anderson Mark J., Whitcomb Patrick J. RSM Simplified: Optimizing Processes Using Response Surface Methods for Design of Experime Second Edition. New York: Productivity Press, 2016. 311 p.
8. Antony J. Design of Experiments for Engineers and Scientists. Amsterdam: Elsevier, 2014. 155 p.

9. Box G.E.P., Draper N.R. Response Surfaces, Mixtures, and Ridge Analyses. Wiley, 2007. 857 p.

10. Аугамбаев М., Иванов А.З., Терехов Ю.И. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента. Ташкент: Укитувчи, 2004. 336 с.

### References

1. Frolova N. E. (2006), "About traction - coupling properties and profile passability of walking machines with cyclic propellers", ["O tyagovo – stepnyih svoystvah i profilnoy prohodimosti shagayuschih mashin s tsiklovym dvizhitelyami"], *Vestnik AGTU*, Vol. 4, No. 33, pp. 310 – 316. (in Russian).

2. Garmash N.Z., Berechnoy U.I. (1971), "Construction, the fundamentals of the theory and calculation of walking gear of mining transport vehicles". ["Konstruktsiya, osnovyi teorii i rascheta shagayushchego hodovogo oborudovaniya gornotransportnyih mashin"], 144p. (in Russian).

3. Krasovskiy G.I. Filaretov G.F. (1982), "Planning an experiment". ["Planirovanie eksperimenta"], 302 p. (in Russian).

4. Kononyuk A.E. (2011) "Fundamentals of scientific research (general theory of experiment)"

["Osnovyi nauchnyih issledovaniy (obschaya teoriya eksperimenta)"], 508 p. (in Russian).

5. Adler Yu.P., Markova E.V., Granovskiy U.V. (1976), "Planning an experiment when searching for optimal conditions" ["Planirovanie eksperimenta pri poiske optimalnyih usloviy"], 280 p. (in Russian).

6. Jaroslaw A. (2001), "Dynamics of Wheel–Soil Systems: A Soil Stress and Deformation-Based Approach", *Journal of Field robotics*, Vol. 18, 2001, pp. 657–670. (in English).

7. Anderson Mark J., Whitcomb Patrick J. (2016) "RSM Simplified: Optimizing Processes Using Response Surface Methods for Design of Experiments Second Edition", *Productivity Press*, 311 p. (in English).

8. Antony, J. (2014), "Design of Experiments for Engineers and Scientists", 155 p. (in English).

9. Box, G.E.P., Draper N.R. (2007), "Response Surfaces, Mixtures, and Ridge Analyses", 857 p. (in English).

10. Augambaev, M. Ivanov A., Terehov U. (2004), "Basics of planning a research experiment" ["Osnovyi planirovaniya nauchno-issledovatel'skogo eksperimenta"], 336 p. (in Russian).

Надійшла до редакції 19.04.2018

Рецензент д-р. техн. наук, проф. А.К. Семенченко.

**Держинська Ольга Віталіївна** – аспірант кафедри «Підйомно-транспортні машини» Донбаської державної машинобудівної академії (Академічна, 72, Краматорськ, 84313, Україна)  
E-mail: olgadzerzhins@gmail.com

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛЫЖ ШАГАЮЩИЙ ДВИЖИТЕЛЬ С ГРУНТОМ

**Цель.** Целью работы является получение математических моделей, описывающих эффективность применения новой конструкции опорных элементов лыж шагающего движителя.

**Методика исследований.** Методика факторного эксперимента к исследованию процесса взаимодействия опорной поверхности лыж шагающего движителя с грунтом включает: отбор факторов, влияющих на коэффициент сцепления опорной поверхности лыжи с почвой, определение зависимости между факторами (силой сдвига лыжи по грунту, давления лыжи на грунт и высоты опорного элемента) и результативным показателем (коэффициент сцепления опорной поверхности лыжи с грунтом), моделирование взаимосвязей между факторами (силой сдвига лыжи по грунту, давления лыжи на грунт и высоты опорного элемента) и результативным показателем (коэффициент сцепления опорной поверхности лыжи с грунтом) и расчет влияния факторов и оценка роли каждого из них в изменении результативного показателя.

**Результаты.** По результатам эксперимента определили выборочные коэффициенты регрессии. Экспериментальное исследование изменения силы сцепления в начале цикла перемещения подтвердили, что конструкция «шевронного» опорного элемента лыж имеет большее сцепление с грунтом, чем с равными опорными элементами.

**Научная новизна.** В этой статье впервые выполнен анализ поверхности отклика зависимости коэффициента сцепления от силы сдвига, давления на грунт и высоты опорного элемента показал, что давление лыж шагающего движителя на грунт и сила сдвига оказывают существенное влияние на изменение силы сцепления лыж на грунт. Однако высота опорных элементов лыжи оказывает большее влияние, чем отдельно варьированное давление лыж шагающего движителя на грунт и сила смещения.

**Практическое значение.** Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования конструкции лыж шагающих машин, за счет определения оптимальной конструкции опорной поверхности лыж шагающего движителя.

**Ключевые слова:** шагающий движитель, опорные элементы лыж, математическая модель, факторный эксперимент поверхность отклика.

**Держинская Ольга Витальевна** – аспірант кафедри «Підйомно-транспортні машини» Донбаської державної машинобудівної академії (Академічна, 72, 84313, Краматорськ, Україна)  
E-mail: olgadzerzhins@gmail.com

---

**USING A QUOTIENT EXPERIMENT TO STUDY THE PROCESS THE INTERACTION OF THE SUPPORTING SURFACE OF THE SKIS WITH THE MOVING STEPPER WITH THE GROUND**

---

**Goal.** The purpose of the work is to obtain mathematical models describing the effectiveness of the application of a new design of the supporting elements of the skier of the stepping motor.

**Method.** The method of conducting a factor experiment to study the process of interaction of the supporting surface of the skis with the stepping motor with the soil includes: selection of factors that affect the coefficient of adhesion of the supporting surface of the skis with the soil, the determination of the relationship between factors (the force of skiing on the ground, the pressure of ski on the ground and the height of the supporting element ) and the effective index (the coefficient of adhesion of the supporting surface of the skis with the soil), modeling the interconnections between the factors (the force of the shift of the ski on the ground, the pressure of the skis on the ground and the height of the supporting element) and the resultant index (coefficient of adhesion of the reference surface of skis with soil) and the calculation of the influence of factors and evaluation of the role of each of them in the change of the effective indicator.

**Results.** According to the results of the experiment, the selective regression coefficients were determined. An experimental study of the change in the strength of the clutch at the beginning of the cycle of the step has confirmed that the design of the "chevron" of the supporting element of the skis has more grip of the ground than with equal supporting elements.

**Scientific novelty.** In this article, for the first time, the analysis of the response surface of the coupling coefficient dependence on the shear force, the pressure on the soil and the height of the supporting element showed that the pressure of the racers on the ground and the shear force have a significant impact on the change in the strength of the grip of the skis on the soil. However, the height of the supporting elements of the skis has a greater effect than the individually varying pressure of the skier of the stepping motor on the ground and the shear force.

**Practical meaning.** The results of the study can be applied to improve the construction of skis walking machines, due to determining the optimal design of the supporting surface of the skis of the stepper motor.

**Keywords:** walking mechanism, supporting elements of skis, mathematical model, factor response, response surface.

**Dzerzhinskaya Olga Vitalievna**– postgraduate student of the chair "Lifting-transport vehicles" of the Donbas State Machine-Building Academy (Akademichnaya, 72, Kramatorsk, 84313, Ukraine)  
E-mail: olgadzerzhins@gmail.com