

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-367-31>

УДК 677.057

**КОРОБЧЕНКО ЄВГЕН**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-6026-1427>e-mail: [korobchenko.yo@kntud.edu.ua](mailto:korobchenko.yo@kntud.edu.ua)**ГОРОБЕЦЬ ВАСИЛЬ**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0001-5174-3224>e-mail: [va1948@ukr.net](mailto:va1948@ukr.net)**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО КОМПОНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НОВОГО ПРИБОРУ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ШВЕЙНОЇ МАШИНИ**

У роботі досліджено вплив параметрів елементів розробленого авторами пристрою для переміщення матеріалів у швейній машині на зусилля стиснення матеріалів між верхнім транспортувальним органом, виконаним у вигляді пари неодимових магнітів, та нижнім - у вигляді типової зубчастої рейки.

Мета роботи - отримання залежності значення сили стиснення матеріалів між транспортувальними органами під час їх переміщення від параметрів пристрою, зокрема: конструктивних (наявність або відсутність магнітопроводу), магнітних (тип магнітів та їх взаємна орієнтація), феромагнітних властивостей голкової пластини та технологічних (товщина матеріалів).

Наукова новизна роботи - встановлення впливу параметрів елементів верхнього транспортувального органа на зусилля стиснення матеріалів між верхнім та нижнім транспортувальними органами, яке є визначальним для оцінки процесу їх переміщення.

Практична цінність роботи полягає в отриманні вихідних даних для конструювання нового пристрою для переміщення матеріалів.

Дослідження проведено за допомогою математичного моделювання з використанням програмного середовища Finite Element Method Magnetics (FEMM).

У результаті дослідження визначено оптимальний варіант компоновки елементів пристрою, який забезпечує найповніше замикання магнітного ланцюга з незначним розсіюванням магнітного потоку, завдяки чому досягається максимальне значення сили стиснення матеріалів.

**Ключові слова:** механізми швейних машин легкої промисловості, транспортувальний орган, неодимовий магніт, математичний експеримент, магнітопровід, зусилля стиснення матеріалів, проектне середовище FEMM.

**KOROBCHENKO YEVHEN, HOROBETS VASYL**

Kyiv National University of Technologies and Design

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL ARRANGEMENT OF ELEMENTS IN A NOVEL MATERIAL FEEDING DEVICE FOR A SEWING MACHINE**

The study examines the influence of the parameters of the elements of a material feeding device for a sewing machine developed by the authors on the compressive force acting on the materials between the feeding elements. The upper feeding element is designed as a pair of neodymium magnets, while the lower element is implemented as a conventional toothed rack. Particular attention is paid to the interaction between the magnetic field, the structural components of the machine, and the processed material, as well as to the influence of the geometrical parameters of the working zone.

The aim of the work is to establish the relationship between the compressive force applied to the materials during feeding and the main parameters of the device. These parameters include structural characteristics (the presence or absence of a magnetic core), magnetic properties (type of magnets, their geometric characteristics, and mutual orientation), as well as the properties of machine elements, in particular the ferromagnetic characteristics of the needle plate, and technological parameters such as material thickness and structure.

The scientific novelty of the study lies in identifying the regularities of the influence of the parameters of the upper feeding element on the magnitude of the compressive force between the feeding elements, which is a key factor in ensuring the efficiency and stability of the material feeding process.

The practical significance of the results consists in providing initial data for the design of new material feeding devices for sewing machines with improved performance characteristics and enhanced operational reliability.

The research was carried out using mathematical modeling in the Finite Element Method Magnetics (FEMM) software environment, which made it possible to obtain magnetic field distributions and evaluate the force characteristics of the system under real operating conditions.

As a result, the optimal configuration of the device elements was determined, ensuring effective closure of the magnetic circuit with minimal magnetic flux leakage, thereby achieving the maximum compressive force on the materials and improving the stability of the feeding process.

**Keywords:** sewing machine mechanisms of light industry, feeding mechanism, neodymium magnet, mathematical experiment, magnetic core, compressive force of materials, FEMM simulation environment.

Стаття надійшла до редакції / Received 17.04.2026

Прийнята до друку / Accepted 17.07.2026

Опубліковано / Published 31.07.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Коробченко Євген, Горобець Василь

**Постановка задачі дослідження**

При суттєвому збільшенні асортименту матеріалів, що застосовуються при виготовленні швейних виробів, та удосконаленні швейного обладнання одним із основних експлуатаційних показників швейної

машини, значення якого суттєво впливає на якість швейних виробів, є відносне зміщення шарів матеріалу при їх переміщенні на довжину стібка (так звана «посадка») [1, 2].

Незважаючи на велику різноманітність існуючих заходів, запропонованих для усунення даного негативного явища (які відносяться як до конструкції швейного обладнання, так і до способів технологічного процесу), остаточного успіху на даний час не досягнуто.

Тому дослідження, спрямовані на розроблення принципово нових креативних способів та засобів транспортування матеріалів на швейних машинах, залишаються актуальними.

#### Аналіз досліджень та публікацій

Проблемі підвищення якості переміщення матеріалів при їх зшиванні на швейній машині присвячено чимало наукових досліджень.

При цьому саме «посадка» матеріалів під час їх транспортування вважається одним із головних негативних явищ. Для її усунення пропонується зміна конструкції [3-5] або матеріалу робочої поверхні транспортуючих [6, 7] чи притискних органів [8, 9] швейної машини, зміна їх швидкісного режиму [10] або силової взаємодії робочих органів у процесі транспортування [9, 11-13].

Також розглядаються різні додаткові механізми переміщення - як нижніх (диференціальне переміщення) [14], так і верхніх [15-18] транспортувальних органів та їх взаємодія з основним механізмом транспорту.

Однак забезпечити повне нівелювання посадки при транспортуванні матеріалів поки що не вдається в зв'язку з неможливістю отримати однакові умови переміщення верхнього та нижнього шарів матеріалу.

Авторами розроблено новий пристрій та спосіб переміщення матеріалів на швейній машині [19], в яких реалізована інша фізична суть процесу: стиснення та переміщення матеріалів відбувається за рахунок сили магнітного поля.

Пристрій складається з підпружиненого верхнього транспортуючого органу 1, розміщеного в корпусі 2 (рис. 1).

Він може бути встановлений у типових швейних машинах замість притискної лапки.

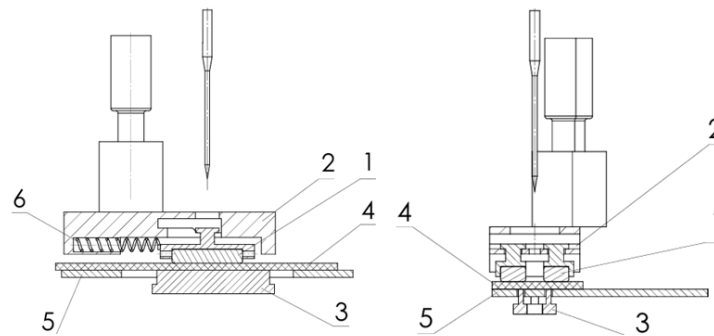


Рис. 1. Пристрій переміщення матеріалів: 1 – верхній транспортуючий орган; 2 – корпус; 3 – нижній транспортуючий орган; 4 – матеріал, що транспортується; 5 – голкова пластина; 6 – пружинний елемент

Авторами було виконано аналіз сил, які виникають у процесі застосування даного пристрою [20], та визначено деякі з них [21]. У даній роботі проводяться подальші дослідження з визначення цих сил.

#### Формулювання цілей статті

Метою роботи є отримання залежності значення сили стиснення матеріалів між транспортувальними органами під час їх переміщення від параметрів пристрою, зокрема: конструктивних (наявність або відсутність магнітопроводу), магнітних (тип магнітів та їх взаємна орієнтація), феромагнітних властивостей голкової пластини та технологічних (товщина матеріалів).

#### Матеріали і методи

Визначення вищевказаної сили стиснення матеріалів проводилась шляхом проведення математичного експерименту. Засобом проведення математичного експерименту було обрано програмне середовище FEMM [22, 23], яке реалізує метод скінченних елементів для розв'язання задач магнітостатики. FEMM, забезпечує можливість побудови двовимірних моделей магнітних систем із точним урахуванням геометрії, матеріальних властивостей та граничних умов, а також дозволяє розраховувати розподіл магнітного поля, силові лінії, індукцію та результуючі сили взаємодії між елементами конструкції.

#### Виклад основного матеріалу

Значення сили стиснення матеріалів визначається розподілом магнітного потоку в системі: магніти (верхній транспортуючий орган) – зубчата рейка (нижній транспортуючий орган). Це в свою чергу обумовило дослідження просторового розташування джерел магнітного поля. Було розглянуто кілька можливих комбінацій компонування елементів. Основна увага приділялася таким чинникам:

1. Вектор намагнічення постійних магнітів - оцінювались варіанти орієнтації полюсів відносно транспортуючої рейки та один одного.

2. Наявність або відсутність магнітопроводу, як елемента конструкції - оцінювалось, чи забезпечує введення магнітопроводу помітний приріст сили взаємодії, враховуючи його негативний вплив на збільшенням

маси системи.

3. Матеріал з якого виготовлена голкова пластина – оцінювалось, як впливає на силу магнітного стиснення виготовлення голкової пластини з феромагнітного, чи немагнітного матеріалу.

Кожна з конфігурацій компонування була реалізована окремо у вигляді моделі з ідентичними геометричними параметрами магнітів, нижнього транспортуального органу (зубчатої рейки) що дало можливість провести порівняння силових характеристик при сталих умовах.

Для проведення експерименту були вибрані магніти класу N35 (NdFeB) та N52 (NdFeB) відповідно до класифікації [24], розміри яких конструктивно вписуються в будову пристрою.

Фактори експерименту та їх рівні наведено в Табл.1. Комбінації факторів згруповано, для зручності аналізу експерименту, в 8 типів компонувань (Табл.2). При цьому кожне з них тестувалась при двох рівнях класу магніту та матеріалу голкової пластини.

Таблиця 1

**Фактори та рівні, прийняті у математичному експерименті**

| № | Фактор                                                                   | Позн.          | Кількість рівнів | Рівні фактора                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Клас постійного магніту NdFeB                                            | X <sub>1</sub> | 2                | N35 (NdFeB );<br>N52 (NdFeB )                                                                                                                                                                                                                            |
| 2 | Наявність магнітопроводу                                                 | X <sub>2</sub> | 2                | 0 - без магнітопроводу;<br>1 - з магнітопроводом                                                                                                                                                                                                         |
| 3 | Орієнтація векторів намагніченості магнітів 1 і 2                        | X <sub>3</sub> | 4                | 0–0° – обидва магніти намагнічені паралельно один одному вздовж транспортувального органу;<br>0–180° – антипаралельне намагнічення у тому ж напрямку;<br>90–90° – обидва вектори спрямовані вертикально;<br>90–270° – протилежно-вертикальна орієнтація. |
| 4 | Матеріал голкової пластини                                               | X <sub>4</sub> | 2                | 0 - немагнітна (пластик)<br>1- феромагнітна;                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | Відстань від магнітів до транспортувального органу (товщина тканини, мм) | X <sub>5</sub> | 7                | 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 3.0; 4.0; 6.0                                                                                                                                                                                                                        |

Таблиця 2

**Варіанти компонувань елементів верхнього транспортувального органу**

| тип компоновки | наявність магнітопроводу | напрямок намагніченості, град |           | опис компонування                                                                                            |
|----------------|--------------------------|-------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| J              | num_mp                   | MagnDir_1                     | MagnDir_2 |                                                                                                              |
| 1              | Ні                       | 0                             | 0         | Без магнітопроводу, вектор намагніченості вздовж транспортувальної рейки в одному напрямку                   |
| 2              | Ні                       | 0                             | 180       | Без магнітопроводу, вектор намагніченості вздовж транспортувальної рейки в різних напрямках                  |
| 3              | Ні                       | 90                            | 270       | Без магнітопроводу, вектор намагніченості за напрямком нормалі до транспортувальної рейки в різних напрямках |
| 4              | Ні                       | 90                            | 90        | Без магнітопроводу, вектор намагніченості за напрямком нормалі до транспортувальної рейки в одному напрямку  |
| 5              | Так                      | 0                             | 0         | З магнітопроводом, вектор намагніченості вздовж транспортувальної рейки в одному напрямку                    |
| 6              | Так                      | 0                             | 180       | З магнітопроводом, вектор намагніченості вздовж транспортувальної рейки в різних напрямках                   |
| 7              | Так                      | 90                            | 270       | З магнітопроводом, вектор намагніченості за напрямком нормалі до транспортувальної рейки в різних напрямках  |
| 8              | Так                      | 90                            | 90        | З магнітопроводом, вектор намагніченості за напрямком нормалі до транспортувальної рейки в одному напрямку   |

Графічне представлення результатів математичного експерименту наведено у вигляді графіків залежності магнітної сили на одиницю глибини  $q_y$  від товщини текстильного матеріалу, що транспортується. Кожен графік відображає окремий варіант компоновки системи. Для наочності результати розбиті на чотири основні набори графіків, що відповідають конкретним класам магнітів та матеріалу голкової пластини (Рис.2).

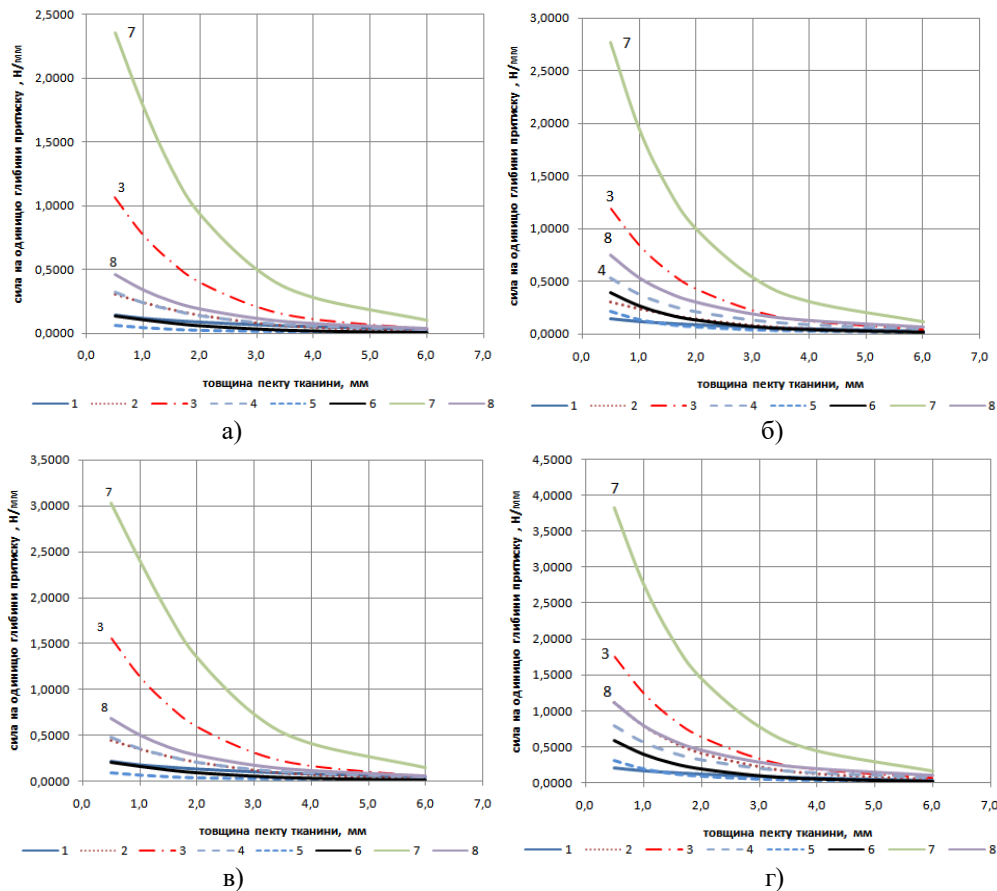


Рис.2 Значення сили стиснення матеріалів на одиницю глибини  $q_y$  в залежності від товщини матеріалів для кожного варіанта компоновки елементів пристрою:

- а) з магнітом N35 та без феромагнітної голкової пластини; б) з магнітом N35 та з феромагнітною голковою пластинною;  
в) з магнітом N52 та без феромагнітної голкової пластини; г) з магнітом N52 та з феромагнітною голковою пластинною;

Також на Рис. 3 порівняно вплив виготовлення голкової пластини з феромагнітного та немагнітного матеріалу.

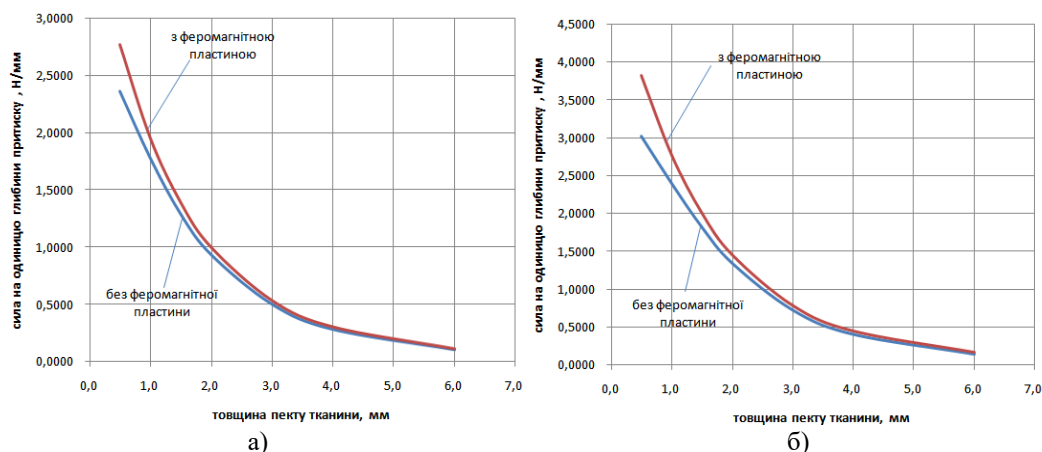


Рис.3 Значення сили стиснення матеріалів на одиницю глибини  $q_y$  від товщини матеріалів для варіанта №7 компоновки елементів пристрою:

- а) з магнітом N35 в залежності від матеріалу голкової пластини; б) з магнітом N52 в залежності від матеріалу голкової пластини.

Для аналізу фізичного змісту отриманих результатів нижче показаний розподіл магнітної індукції в системі, що досліджувалась (Рис.4а-з, Рис.5)

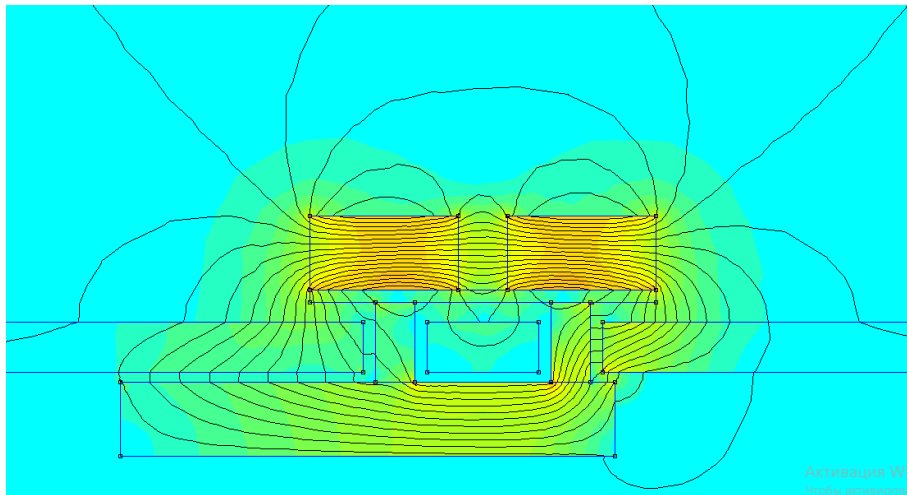


Рис. 4,а Розподіл магнітної індукції  $B$  - компонента №1,  
 $h_{\text{fabr}} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

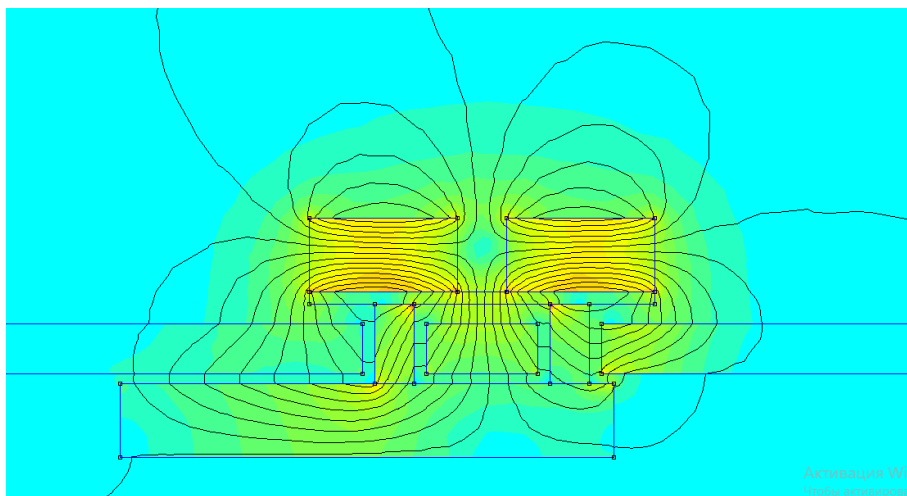


Рис. 4,б Розподіл магнітної індукції  $B$  - компонента №2,  
 $h_{\text{fabr}} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

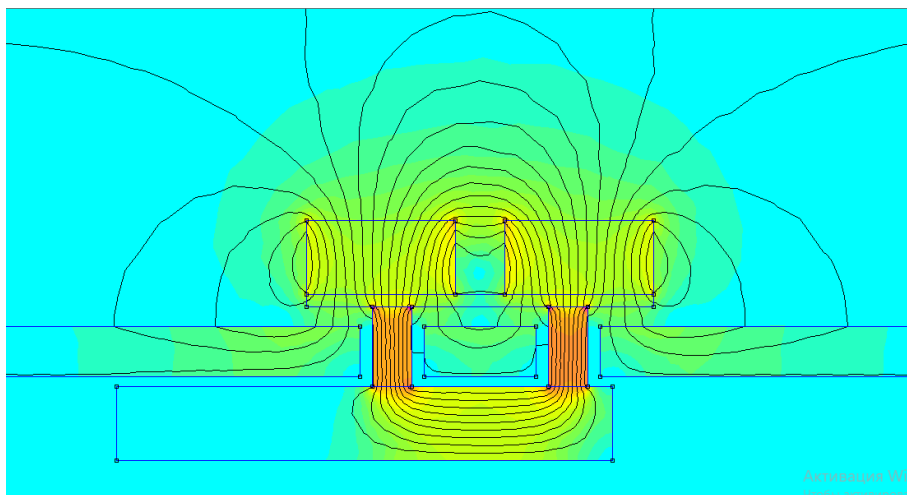


Рис. 4,в Розподіл магнітної індукції  $B$  - компонента №3,  
 $h_{\text{fabr}} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

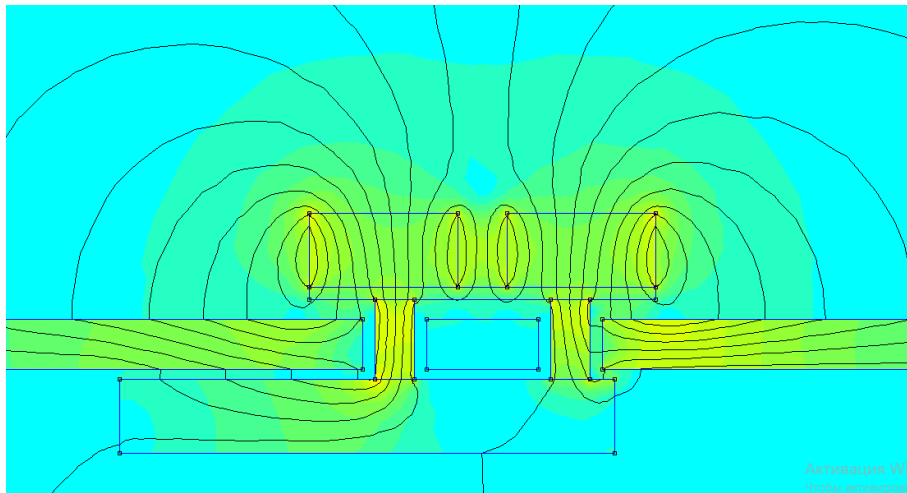


Рис. 4,г Розподіл магнітної індукції В - компонента №4,  
 $h_{fabr} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

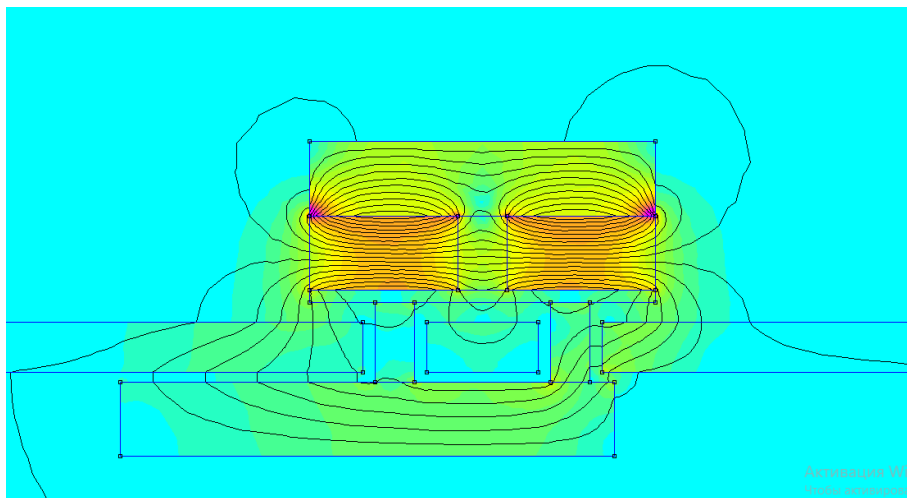


Рис. 4,д Розподіл магнітної індукції В - компонента №5,  
 $h_{fabr} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

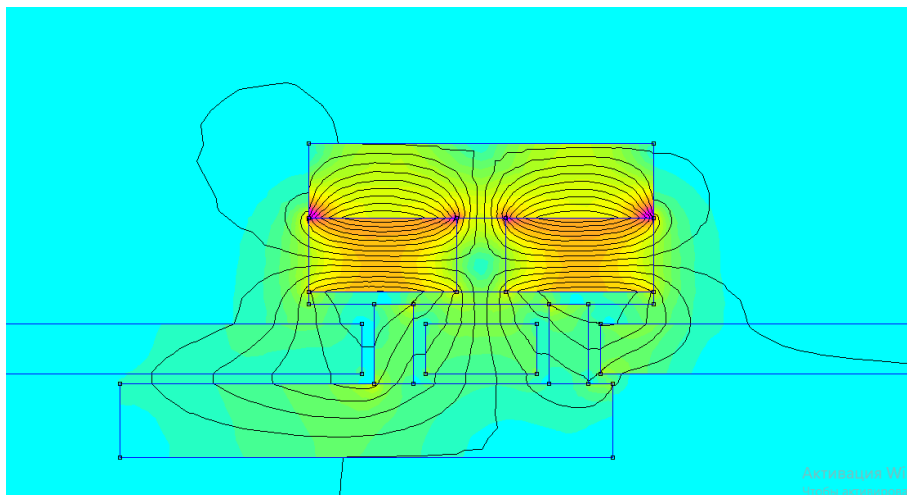


Рис. 4,е Розподіл магнітної індукції В - компонента №6,  
 $h_{fabr} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

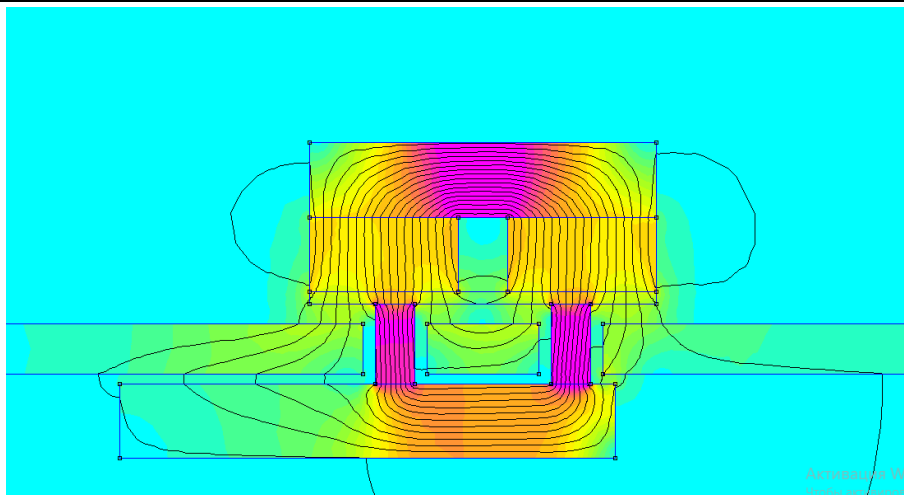


Рис. 4,ж Розподіл магнітної індукції В - компонування №7,  
 $h_{\text{fabr}} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

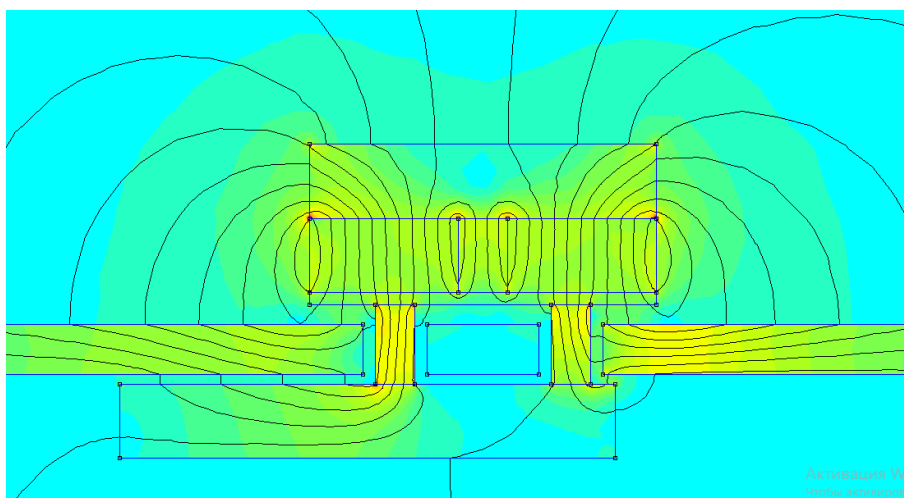


Рис. 4,з Розподіл магнітної індукції В - компонування №8,  
 $h_{\text{fabr}} = 0.5$  мм, клас магніту №52, з феромагнітною голковою пластиною

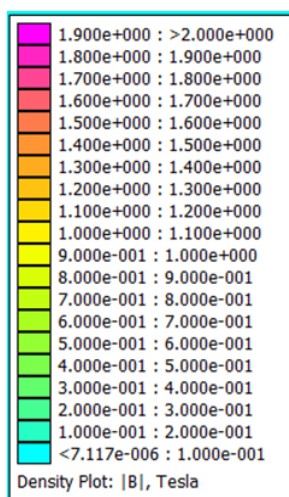


Рис. 5 Кольорова шкала магнітної індукції В, Тл

### Висновки

Аналіз отриманих результатів показує, що максимальне значення зусилля стиснення виникає при варіанті компонування №7 (крива 7 на Рис. 2, Рис 4,ж), що можна пояснити наявністю замкнутого магнітного ланцюга, з відносно незначними втратами магнітного потоку на його розсіювання.

Даний варіант компонування елементів пристрою буде в подальшому застосований при його конструюванні і виготовленні, оскільки незначне збільшення маси порівняно з іншими варіантами, можна компенсувати зменшенням геометричних розмірів магнітів.

## Література

1. Щербань Ю. Наукові засади проектування швейних машин з регульованою пасадкою матеріалу : дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.10 / Ю. Щербань. – Київ, 2000. – 411 с..
2. Коробченко Є. О. Підвищення якості процесу переміщення матеріалу на швейних машинах / Є. О. Коробченко, В. А. Горобець, Є. Крикун // Технології та інжиніринг. – 2024. – Т. 3, № 20. – С. 31–46.
3. Горобець В. А. Розробка і синтез нового механізму транспорту швейної машини / В. А. Горобець, В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технічні науки. – 2018. – Вип. 5. – С. 33–39.
4. Горобець В. А. Проектування профілю робочої поверхні транспортуючих органів швейних машин / В. А. Горобець, О. П. Манойленко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2009. – Т. 2, № 46. – С. 7–9.
5. Faizur R. M. Impact of modified feed mechanism on seam quality of garments / R. M. Faizur [et al.] // Annals of the University of Oradea. Fascicle of Textiles, Leatherwork. – 2023. – Vol. 24, Iss. 1. – P. 89–96.
6. Селівончик І. С. Розробка транспортуючих органів швейних машин : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 / І. С. Селівончик. – Київ, 1994. – 173 с.
7. Robak D. A model of fabric transport in a sewing machine using a feed dog covered with a supple material of increased friction / D. Robak // Fibres & Textiles in Eastern Europe. – 2002. – Vol. 8, Iss. 3 (38).
8. Jucienė M. Influence of fabric external friction force and certain parameters of a sewing machine upon stitch length / M. Jucienė, J. Vobolis // PES. – 2004. – Vol. 1. – P. 100.
9. Poliński Z. Kształtowanie stopki dociskowej maszyny szyjącej w założeniu minimalizacji oporów przesuwania jej po tkaninie // Odzież. – 1982. – Iss. 5–6.
10. Jankoska M. The Influence of the Sewing Speed and Fabric Thickness on Sewing Machine Stitch Formation Parameters / M. Jankoska, G. Demboski // Advanced Technologies. – 2017. – Vol. 6, Iss. 2. – P. 72–77.
11. Горобець В. А. Дослідження деформації матеріалу в області подачі під притисковою лапкою / В. А. Горобець, Ю. Ю. Щербань. – Депонування в УкрНПНТІ 14.12.90, № 942-Ук90. – 1990.
12. Šajatović B. B. Impact of Vertical and Horizontal Forces on the Seam in the Technological Process of Sewing Knit Fabrics / B. B. Šajatović, B. Bolić, S. Petrak // AUTEX Research Journal. – 2018. – Vol. 18, Iss. 4. – P. 330–336.
13. Germanova-Krasteva D. Investigation on the Seam's Quality by Sewing of Light Fabrics / D. Germanova-Krasteva, H. Petrov // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2008. – Vol. 20, Iss. 1. – P. 57–64.
14. Щербань Ю. Ю. Розробка швейного обладнання для реалізації основних методів диференціального переміщення матеріалу / Ю. Ю. Щербань. – Деп. в ЦБТІ Мінлегпром 29.11.90, № 530-100. – 1990. – 5 с.
15. Щербань Ю. Ю. Машини з комбінованим механізмом переміщення матеріалу / Ю. Ю. Щербань // Легка промисловість. – 1989. – Вип. 3. – С. 23–25.
16. Щербань Ю. Ю. Дослідження механізмів переміщення матеріалу швейної машини з верхньою та нижньою транспортуючими рейками (Повідомлення 1) / Ю. Ю. Щербань, В. А. Горобець // Відомості вузів. Технологія легкої промисловості. – 1986. – Вип. 2. – С. 119–122.
17. Щербань Ю. Ю. Дослідження механізмів переміщення матеріалу швейної машини з верхньою та нижньою транспортуючими рейками (Повідомлення 2) / Ю. Ю. Щербань, В. А. Горобець // Відомості вузів. Технологія легкої промисловості. – 1986. – Вип. 3. – С. 105–110.
18. Muramatsu N. Motion of Top Feed Mechanism of an Industrial Sewing Machine / N. Muramatsu // Proceedings of the ASME International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (IDETC-CIE): 22nd Design Automation Conference. – Irvine, California, USA, 1996. – P. 1–6.
19. Коробченко Є. О. Розроблення нового способу переміщення матеріалів на швейній машині / Є. О. Коробченко, В. А. Горобець // Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (24–26 квітня 2024 року). – Одеса : Олді+, 2024. – С. 184–188.
20. Коробченко Є. О. Аналіз процесу переміщення матеріалу / Є. О. Коробченко, В. А. Горобець // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції. – Київ : Київський національний університет технологій та дизайну, 2024. – С. 71–72.
21. Коробченко Є. О. Експериментальне визначення сили корисного опору переміщення матеріалів на швейній машині / Є. О. Коробченко, В. А. Горобець // Наукові нотатки. – 2025. – Вип. 82. – С. 16–21.
22. Meeker D. Finite Element Method Magnetics : документація / D. Meeker. – Режим доступу: <https://www.femm.info/wiki/Documentation> (дата звернення: 10.08.2025).
23. Васьковський Ю. М. Використання комп'ютерних систем математичних розрахунків MATLAB та FEMM для аналізу електричних машин : навч. посіб. / Ю. М. Васьковський, Ю. А. Гайдено, С. С. Цивінський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
24. IEC 60404-8-1:2023 Magnetic materials – Part 8-1: Specifications for individual materials – Permanent magnet (magnetically hard) materials : [Електронний ресурс]. – Geneva : IEC, 2023. – Режим доступу: <https://webstore.iec.ch/en/publication/68440> (дата звернення: 15.02.2026).

## References

1. Shcherban Yu. Naukovi zasady proektuvannya shveinykh mashyn z reholovanoi pasadkoiu materialu [Scientific principles of designing sewing machines with adjustable material feed] : dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.05.10. Kyiv, 2000. [in Ukrainian].
2. Korobchenko Ye. O. Pidvyshchennia yakosti protsesu peremishchennia materialu na shveinykh mashynakh [Improving the quality of the material movement process in sewing machines] / Ye. O. Korobchenko, V. A. Horobets, Ye. Krykun // Tekhnolohii ta inzhynirynh – Technologies and Engineering. – 2024. – Vol. 3, No. 20. – P. 31–46. [in Ukrainian].
3. Horobets V. A. Rozrobka i syntez novoho mekhanizmu transportu shveinoi mashyny [Development and synthesis of a new transport mechanism for a sewing machine] / V. A. Horobets, V. M. Dvorzhak // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. Seria: Tekhnichni nauky – Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design. Series: Technical Sciences. – 2018. – Iss. 5. – P. 33–39. [in Ukrainian].
4. Horobets V. A. Proektuvannya profilu robochoi poverkhni transportuiuchykh orhaniv shveinykh mashyn [Design of the working surface profile of the transporting organs of sewing machines] / V. A. Horobets, O. P. Manoilenko // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu – Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design. – 2009. – Vol. 2, No. 46. – P. 7–9. [in Ukrainian].
5. Faizur R. M. Impact of modified feed mechanism on seam quality of garments / R. M. Faizur [et al.] // Annals of the University of Oradea. Fascicle of Textiles, Leatherwork. – 2023. – Vol. 24, Iss. 1. – P. 89–96. [in English].
6. Selivonchuk I. S. Rozrobka transportuiuchykh orhaniv shveinykh mashyn [Development of transporting organs of sewing machines] : dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.02.13. Kyiv, 1994. 173 p. [in Ukrainian].
7. Robak D. A model of fabric transport in a sewing machine using a feed dog covered with a supple material of increased friction // *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. – 2002. – Vol. 8, Iss. 3 (38). [in English].
8. Jucienė M. Influence of fabric external friction force and certain parameters of a sewing machine upon stitch length / M. Jucienė, J. Vobolis // *PES*. – 2004. – Vol. 1. – P. 100. [in English].
9. Poliński Z. Kształtowanie stopki dociskowej maszyny szyjącej w założeniu minimalizacji oporów przesuwania jej po tkaninie // *Odzież*. – 1982. – Iss. 5–6. [in Polish].
10. Jankoska M. The Influence of the Sewing Speed and Fabric Thickness on Sewing Machine Stitch Formation Parameters / M. Jankoska, G. Demboski // *Advanced Technologies*. – 2017. – Vol. 6, Iss. 2. – P. 72–77. [in English].
11. Horobets V. A. Doslidzhennia deformatsii materialu v oblasti podachi pid prytysknoiu lapkoiu [Study of material deformation in the feed area under the presser foot] / V. A. Horobets, Yu. Yu. Shcherban. – Deponuvannya v UkrNIINTI 14.12.90, № 942-Uk90. – 1990. [in Ukrainian].
12. Šajatović B. B. Impact of Vertical and Horizontal Forces on the Seam in the Technological Process of Sewing Knit Fabrics / B. B. Šajatović, B. Bolić, S. Petrak // *AUTEX Research Journal*. – 2018. – Vol. 18, Iss. 4. – P. 330–336. [in English].
13. Germanova-Krasteva D. Investigation on the Seam's Quality by Sewing of Light Fabrics / D. Germanova-Krasteva, H. Petrov // *International Journal of Clothing Science and Technology*. – 2008. – Vol. 20, Iss. 1. – P. 57–64. [in English].
14. Shcherban Yu. Yu. Rozrobka shveinoho obladnannia dla realizatsii osnovnykh metodiv dyferentsialnoho peremishchennia materialu [Development of sewing equipment for the implementation of basic methods of differential material feed] / Yu. Yu. Shcherban. – Dep. v TsBTI Minlehprom 29.11.90, № 530-100. – 1990. – 5 p. [in Ukrainian].
15. Shcherban Yu. Yu. Mashyny z kombinovanykh mekhanizmom peremishchennia materialu [Machines with a combined material feed mechanism] / Yu. Yu. Shcherban // *Lehka promyslovist – Light Industry*. – 1989. – Iss. 3. – P. 23–25. [in Ukrainian].
16. Shcherban Yu. Yu. Doslidzhennia mekhanizmiv peremishchennia materialu shveinoi mashyny z verkhnoiu ta nyzhnoiu transportuiuchymy reikamy (Povidomlennia 1) [Investigation of material feed mechanisms of a sewing machine with upper and lower transport bars (Report 1)] / Yu. Yu. Shcherban, V. A. Horobets // *Vidomosti vuziv. Tekhnolohiia lehkoi promyslovosti – Proceedings of Higher Educational Institutions. Technology of Light Industry*. – 1986. – Iss. 2. – P. 119–122. [in Ukrainian].
17. Shcherban Yu. Yu. Doslidzhennia mekhanizmiv peremishchennia materialu shveinoi mashyny z verkhnoiu ta nyzhnoiu transportuiuchymy reikamy (Povidomlennia 2) [Investigation of material feed mechanisms of a sewing machine with upper and lower transport bars (Report 2)] / Yu. Yu. Shcherban, V. A. Horobets // *Vidomosti vuziv. Tekhnolohiia lehkoi promyslovosti – Proceedings of Higher Educational Institutions. Technology of Light Industry*. – 1986. – Iss. 3. – P. 105–110. [in Ukrainian].
18. Muramatsu N. Motion of Top Feed Mechanism of an Industrial Sewing Machine / N. Muramatsu // *Proceedings of the ASME International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (IDETC-CIE): 22nd Design Automation Conference*. – Irvine, California, USA, 1996. – P. 1–6. [in English].
19. Korobchenko Ye. O. Rozroblennia novoho sposobu peremishchennia materialiv na shveinii mashyni [Development of a new method of material feed on a sewing machine] / Ye. O. Korobchenko, V. A. Horobets // *Synerhiia nauky i biznesu u povoiennomu vidnovlenni rehioniv Ukrainy : materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (24–26 kvitnia 2024 roku)*. – Odesa : Oldi+, 2024. – P. 184–188. [in Ukrainian].
20. Korobchenko Ye. O. Analiz protsesu peremishchennia materialu [Analysis of the material feed process] / Ye. O. Korobchenko, V. A. Horobets // *Mekhatronni systemy: innovatsii ta inzhynirynh : tezy dopovidei VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. – Kyiv : Kyivskiy natsionalnyi universytet tekhnolohii ta dyzainu, 2024. – P. 71–72. [in Ukrainian].
21. Korobchenko Ye. O. Eksperymentalne vyznachennia syly korisnoho oporu peremishchennia materialiv na shveinii mashyni [Experimental determination of the useful resistance force of material movement on a sewing machine] / Ye. O. Korobchenko, V. A. Horobets // *Naukovi notatky – Scientific Notes*. – 2025. – Iss. 82. – P. 16–21. [in Ukrainian].
22. Meeker D. Finite Element Method Magnetics : dokumentatsiia [Finite Element Method Magnetics: documentation] / D. Meeker. – Available at: <https://www.femm.info/wiki/Documentation> (accessed on: 10.08.2025). [in English].
23. Vaškovskiy Yu. M. Vykorystannia kompiuternykh system matematychnykh rozrakhunkiv MATLAB ta FEMM dla analizu elektrychnykh mashyn [Use of computer systems of mathematical calculations MATLAB and FEMM for the analysis of electrical machines] : navch. posib. / Yu. M. Vaškovskiy, Yu. A. Haidenko, S. S. Tsyvinskiy. – Kyiv : KPI im. Ihorii Sikorskoho, 2022. [in Ukrainian].
24. IEC 60404-8-1:2023 Magnetic materials – Part 8-1: Specifications for individual materials – Permanent magnet (magnetically hard) materials : [Elektronnyi resurs]. – Geneva : IEC, 2023. – Available at: <https://webstore.iec.ch/en/publication/68440> (accessed on: 15.02.2026). [in English].