



KAPITEL 2 / CHAPTER 2²

DEVELOPMENT OF A NEW GENERATION ARMOR VEST BASED ON THE MEISSNER EFFECT

DOI: 10.30890/2709-2313.2023-18-03-006

Вступ

З розвитком сучасної техніки постають питання безпеки її експлуатації з підвищенням корисної дії. Ефективність використання потрібно як сучасному громадянському обладнанню так і в воєнний час населенню та робітникам, що обслуговують різні робочі площі.

Захисні костюми та жилети відомі давно, та повсякденно використовуються для різних сфер життєдіяльності людини. Але останнім часом з напруженням конфліктів по всьому світі актуальним питанням є створення сучасних засобів захисту людини від куль та вибухових приладів. Відомі броніжелети є надійним засобом захисту людини, але має декілька недоліків. По перше він не захищає від усіх поразюючих вибухових на вогнестрільних засобів. По друге сучасний бронезилет не захищає усієї поверхні тіла людини, що є великим недоліком при використанні даного захисного знаряддя.

Тому задача полягає в розробці сучасного броніжелета з використанням новітніх технологій в даній галузі.

Мета цієї роботи запропонувати теоретичний ескіз роботи нового броніжелета, що працює на основі ефекту Мейснера.

Для пояснення приведемо коротку справку з електронної енциклопедії, що собою є ефект Мейснера:

«Ефект Мейснера — це явище швидкого затухання магнітного поля в надпровіднику.

Надпровідник є ідеальним діамагнетиком. У магнітному полі в надпровіднику індуються макроскопічні струми, які створюють власне магнітне поле, що повністю компенсує зовнішнє. Це явище, відкрите в 1933 році німецькими фізиками Вальтером Мейснером та Робертом Охзенфельдом отримало назву ефекта Мейснера.[1]

Ефект Мейснера руйнується в сильних магнітних полях. В залежності від типу надпровідника надпровідний стан при цьому або зникає повністю (так звані надпровідники першого роду), або ж надпровідник розбивається на нормальні й надпровідні області (надпровідники другого роду).

Пояснення ефекту Мейснера було наведено в теорії Лондонів (1935 рік) —

²Authors: Zubenko Denis, Petrenko Alexander, Donets Alexander



першій теорії надпровідності, яка була повністю феноменологічною.

Ефектом Мейснера пояснюється левітація надпровідника над сильним магнітом (або магніту над надпровідником).

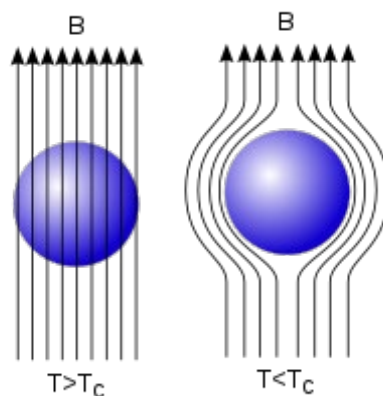


Рис. 1.1 – Пояснення ефекту Мейснера.

На Рисунку 1.1 Зображено що магніт левітує над високотемпературним надпровідником, охолодженим до 200 Кельвінів за допомогою рідкого азоту [2]

Задача нашого проекту полягає в створенні захисного броніжелета, що буде захищати від куль та інших предметів, що літають з великою швидкістю та можуть уразити людину, використовуючи діючи закони діамагнетиків (в даному випадку свержпроводників).



2.1. Огляд останніх досягнень та патентний пошук

Для вирішення поставленої задачі розглянемо останні досягнення в даній галузі. Є ряд Українських патентів, які зможуть нам бути корисними в вирішенні поставленої задачі.

Є відомий винахід, що відноситься до пристрою для приведення в стан левітації деякої кількості провідникового матеріалу, який складається з котушок для тримання матеріалу в стані левітації з використанням перемінного електричного струму в котушках. Також винахід відноситься до способу генерування деякої кількості провідникового матеріалу, що левітують, з використанням пристрою. Левітація провідникового матеріалу відома осадженням фізичної пари, технологією покривання підкладки шаром матеріалу, що конденсується з парової фази на підкладку в вакуумній камері. Звичайно такий матеріал тримають в тиглі і нагрівають в тому тиглі, щоб розплавити і випарувати. Однак багато енергії втрачають через те, що тигель треба охолоджувати. Часто випаровуємий матеріал атакує тигель. З цих причин була розроблена електромагнітна левітація, така як описана в патент - WO 03/071000 A1. При електромагнітній левітації деяку кількість провідникового матеріалу тримають в плаваючому стані над котушкою, в яку подають перемінний електричний струм. З причини перемінного електричного струму в котушці генерується перемінне електромагнітне поле. Електромагнітне поле прикладає направлену вгору силу на провідниковий матеріал. Ця електромагнітна сила врівноважує гравітаційну силу, що діє на провідниковий матеріал для того, щоб тримати провідниковий матеріал в стані левітації. Оскільки магнітна сила варіюється залежно від відстані до котушки, провідниковий матеріал триматимуть в стані левітації (або в плаваючому стані) над котушкою на відстані, що залежить від струму в котушці і маси провідникового матеріалу. Також електричний струм дає електричну енергію для нагріву провідникового матеріалу, так що він плавиться і в решті решт випаровується. Випаровуємий матеріал використовують для покриття підкладок, таких як смуга матеріалу. Вищеописаний пристрій має той недолік, що перемінний електричний струм створює як левітаційну силу, так і теплову енергію для даної кількості провідникового матеріалу. Коли треба нагріти матеріал до вищої температури, наприклад тому, що матеріал має вищу температуру плавлення і випаровування, або тому, що потрібна вища швидкість випаровування, треба посилити струм. Однак тоді одночасно збільшується левітаційна сила електромагнітного поля, результатом чого є те, що матеріал плаває над котушкою на більшій відстані від



неї. На цій відстані електромагнітне поле слабше, результатом чого є те, що сила нагріву для матеріалу менша, ніж це передбачали. Задачею винаходу є створити вдосконалений пристрій для приведення в стан левітації та нагріву деякої кількості провідникового матеріалу. Ще одною задачею винаходу є створити вдосконалений пристрій для приведення в стан левітації деякої кількості провідникового матеріалу, причому даним пристроєм можливо керувати тепловою силою для нагріву матеріалу. Ще одною ціллю винаходу є розробка способу генерування деякої кількості провідникового матеріалу, з використанням якого можливо керувати випаровуванням провідникового матеріалу. Одну або більше з цих цілей досягають пристроєм для приведення в стан левітації деякої кількості провідникового матеріалу, який складається з котушок для тримання матеріалу в стані левітації з використанням перемінного електричного струму в котушках, при чому пристрій складається з двох котушок, першої котушки і другої котушки, під час використання обидві котушки генерують перемінне електромагнітне поле, при цьому перемінні електромагнітні поля першої і другої котушок протидіють одне іншому, і при цьому перша і друга котушки розміщені так, що провідниковий матеріал, який тримають в стані левітації між першою котушкою і другою котушкою, випаровується. Використання двох котушок робить можливим створення двох електромагнітних полів, так що провідниковий матеріал триматиметься в стані левітації в стійкому положенні між двома котушками. З причини протидіючої сили перемінних магнітних полів в двох котушках провідниковий матеріал не може рухатися в сторону від котушок. Оскільки тепер провідниковий матеріал тримається на місці, можливо генерувати більший струм, а таким чином створювати вищу температуру в провідниковому матеріалі. В результаті цього швидкість випаровування провідникового матеріалу достатньо висока для того, щоби покривати підкладку з економічно вигідною швидкістю. Часто через нагрів провідниковий матеріал плавиться раніше, ніж він випаровується, але деякі матеріали сублімуються раніше, ніж вони розплавлюються. Переважно котушки мають в цілому єдину центральну лінію. Коли котушки мають єдину центральну лінію, провідниковий матеріал захоплений між двома електромагнітними полями найкращим можливим способом. Коли вісі котушок відносно зміщені або заключають кут, провідниковий матеріал має тенденцію витікати з простору між котушками, коли провідниковий матеріал плавиться, і втрачати для випаровування. В переважному варіанті/втіленні винаходу котушки мають обмотки, всі з яких - в цілому замкнуті контури. Таким чином магнітні поля, що генеруються котушками, в цілому симетрично розміщатимуться навколо вісі



кожної котушки. Таким чином провідниковий матеріал зосереджений в просторі між котушками, а коли провідниковий матеріал розплавиться, він матиме симетричну форму, що відповідатиме симетрії в магнітному полі. В першому переважному варіанті кожна котушка має окреме джерело живлення. Коли кожна котушка має окреме джерело живлення, величину струму можна незалежно міняти для кожної котушки і таким чином можна міняти підйомну силу і силу нагріву, як і відстань між котушками. Недоліком є те, що треба дуже добре контролювати перемінне поле котушок. В другому переважному варіанті котушки з'єднані і мають єдине джерело живлення. Таким чином сили будуть добре врівноважені. Переважно перша котушка має ту ж або меншу кількість обмоток, ніж друга котушка. Тому магнітне поле другої (нижньої) котушки сильніше, ніж магнітне поле першої (верхньої) котушки, і таким чином протидіє силі ваги і тримає провідниковий матеріал приблизно на половині відстані між першою і другою котушками. В переважному варіанті перша і друга котушки дзеркально симетричні. З такою конфігурацією котушок котушками можна маніпулювати так, як це пояснено нижче. В другому варіанті винаходу представлено спосіб генерації деякої кількості левітуючого провідникового матеріалу в стані левітації з використанням пристрою, як це обговорено вище, при цьому провідниковий матеріал захоплений між електромагнітними полями, створеними двома котушками так, щоби випаровуватися з причини нагрівання струмом і частотою в котушках. Захоплення провідникового матеріалу між двома котушками робить можливим генерувати достатню силу нагріву в провідниковому матеріалі при рості струму, так що провідниковий матеріал випаровується з швидкістю, яка достатньо велика для того, щоби покрити підкладку економічно вигідним способом. [3]

Також відомий винахід вагона на магнітній подушці (магнітної левітації) для спільного перевезення пасажирів та транспортних засобів стосується одночасного розташування пасажирів та колісних транспортних засобів на спеціальних платформах пасажирських поїздів, що пересувають на основі магнітної левітації. Відомо ряд платформ для завантаження транспортних засобів на залізничні платформи та пристрої для їх розвантаження, але всі ці пристрої є непридатні для застосування при вантаженні чи розвантаженні транспортних засобів для потягів на магнітній подушці, які використовують засади магнітної левітації, бо недоліком зазначених пристроїв є габаритні обмеження завантажувально-розвантажувальних перонів та рамп, накладені обмеження міжнародними нормами та стандартами, жорсткі вимоги щодо конструктивних елементів та співвідношення їх розмірів, розвинена



інфраструктура пристосована до зазначених умов. В основу корисної моделі поставлено завдання створення вагону на магнітній подушці (магнітної левітації) для спільного перевезення пасажирів та транспортних засобів шляхом розширення бази шасі, розташування на першому поверсі транспортних засобів у поперек осі руху або під кутом до руху потягу та другого поверху для розміщення пасажирів та ручного багажу, що дасть змогу забезпечити комфортні умови перевезень, збільшити транзитні потоки, зменшити час при навантаженні та розвантаженні транспортних засобів, завдяки одночасному перевезенню пасажирів та їх автомобілів. Поставлене завдання вирішують таким чином, що вагон на магнітній подушці (магнітної левітації) для одночасного перевезення пасажирів та транспортних засобів виготовляють із трьох частин розташованих одна на одній. Перша - нижня частина, в якій розміщено пристрої приводу та забезпечення пересування всього вагону по поверхні, друга частина розташована на рівні вантажного перону для навантаження і розвантаження транспортних засобів власним ходом.[4]

Відома також корисна модель, що відноситься до галузі енергетичного машинобудування і стосується установок для отримання корисної енергії від протікаючого середовища, переважно повітряного, рекуперації енергії в системах вентиляції, використання енергії сонячного випромінювання або теплових викидів і може бути використана в енергетичних установках різної потужності та призначення. В основу корисної моделі поставлена задача створення вітротурбіни з повітряно-магнітною левітацією, в якій за рахунок обладнання вхідного пристрою дефлекторами підсилення та формування потоку з підвищеною вхідною площею та поверхнею нагріву, робочого колеса з радіальним розташуванням лопатей, закріплення дискретних магнітів на ободі, які при взаємодії з магнітопроводом статора компенсують вагу робочого колеса забезпечується підвищення крутячого моменту. Поставлена задача вирішується тим, що в вітротурбіні з повітряно-магнітною левітацією, що містить вхідні канали з'єднані з вертикальною трубою, робоче колесо, згідно корисної моделі вхідні канали додатково обладнані дефлекторами підсилення, нагріву та формування потоку, робоче колесо, розташоване над виходом вертикальної труби, має радіально-осьову конструкцію, на, щонайменше, одному ободі якого закріплені дискретні магніти, які при взаємодії з магнітопроводом статора компенсують вагу робочого колеса, потік в якому проходить тільки між лопатями. Обладнання вхідного пристрою дефлекторами підсилення, нагріву та формування потоку підвищує тиск перед турбінною, що збільшує потужність робочого колеса. Використання робочого колеса з радіальноосьовою



конструкцією збільшує крутячий момент так, як складова аеродинамічної сили лопатей діє на максимальному плечі, що дає змогу більш ефективно використовувати енергію потоку та частково компенсує вагу робочого колеса, тиск всередині якого більший ніж зовнішній. Використання дискретних магнітів, які при взаємодії з магнітопроводом статора компенсують вагу робочого колеса і одночасно являються полюсами ротора електрогенератора зменшує загальну вартість вітротурбіни і втрати енергії на тертя в опорах обертання. Таким чином за рахунок обладнання вхідного пристрою дефлекторами підсилення, нагріву та формування потоку підвищує тиск перед турбіною, що збільшує крутячий момент і, як наслідок, потужність робочого колеса. Використання робочого колеса з радіально-осьовою конструкцією також сприяє більш ефективному використанню енергії потоку так, як складова аеродинамічної сили лопатей діє на максимальному плечі та дає змогу частково компенсувати вагу робочого колеса, тиск всередині якого більший ніж зовнішній. Використання дискретних магнітів, які при взаємодії з магнітопроводом статора компенсують вагу робочого колеса і одночасно і являються полюсами ротора електрогенератора зменшує загальну вартість вітротурбіни і втрати енергії на тертя в опорах обертання, що сприяє більш ефективному використанню енергії потоку. Використовуючи запропоновані технічні рішення можна виготовляти вітротурбіни з повітряно-магнітною левітацією високої надійності та ефективності при експлуатації в зонах з різним вітровим та сонячним потенціалом, рекуперації енергії в системах вентиляції, які можна встановлювати навіть на житлових будинках, промислових спорудах та природних пагорбах. При цьому в умовах міста, використовуючи запропоновану вітротурбіну з повітряно-магнітною левітацією, можна значно покращити вентиляцію найбільш забруднених перехресть та вулиць від вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання.[5]

2.2. Мета проекту та постановка задач

Мета проекту схематично представлено роботу захисного броніжилету нового покоління.

Вирішити такі задачі:

1. Безконтактного захисту людини від поражаючих факторів кулі та вибухових предметів.
2. Інтелектуального захисту людини завдяки використанню штучного



інтелекту.

3. Живлення захисного спорядження та інтелектуальної частини.

2.3. Розрахункова частина

Дано:

$$h = 10 \text{ м}$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$H - ?$$

$$s - ?$$

Розв'язок:

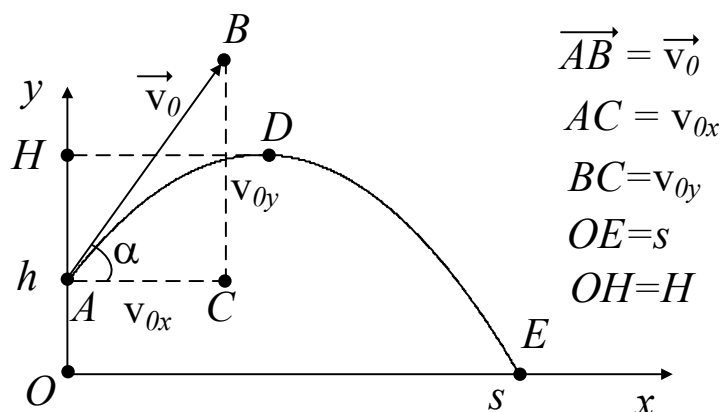


Рисунок 1.2 – Графічне зображення траєкторії руху гранати

Рух тіла відбувається у полі тяжіння Землі, тому прискорення тіла – це прискорення вільного падіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Розкладемо рух осколочної гранати на два компоненти: 1) рівномірний рух уздовж осі x ; 2) рівноприскорений рух уздовж осі y . Кінематичні формули залежності координат x і y від часу, а також відповідних швидкостей v_x і v_y такі:

$$x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t, \quad (1.2)$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y} \cdot t + \frac{a_y t^2}{2}; \quad (1.3)$$

$$v_x(t) = v_{0x} = \text{const}, \quad (1.4)$$



$$v_y(t) = v_{0y} + a_y \cdot t. \quad (1.5)$$

За умовою задачі: початкові координати – $y_0 = h$ м, $x_0 = 0$ м; початкові швидкості – $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ м/с, $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ м/с; прискорення – $a_x = 0$ м/с², $a_y = -g$ м/с². З урахуванням цього формули (1.2)–(1.5) перепишемо у вигляді

$$x(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t, \quad (1.6)$$

$$y(t) = h + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}; \quad (1.7)$$

$$v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha, \quad (1.8)$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \alpha - g \cdot t. \quad (1.9)$$

У верхній точці D $v_y = 0$ м/с. Отже з останньої формули можна знайти момент часу, коли граната має найбільшу висоту:

$$0 = v_0 \sin \alpha - g \cdot t; \quad v_0 \sin \alpha = g \cdot t; \quad t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{20 \cdot 0,5}{9,8} \approx 1 \text{ с};$$

і за формулою (1.7) саму цю висоту:

$$H = y(1) = h + v_0 \sin \alpha \cdot 1 - \frac{g 1^2}{2} = 10 + 20 \cdot 0,5 - \frac{9,8}{2} = 15,1 \text{ м}.$$

Момент часу t_n падіння знайдемо з рівняння

$$y(t_n) = 0.$$

$$0 = h + v_0 \sin \alpha \cdot t_n - \frac{g t_n^2}{2};$$

$$0 = 10 + 10 \cdot t_n - \frac{9,8 t_n^2}{2};$$



$$t_{n_1} = -0,74 \text{ с}; \quad t_{n_2} = 2,78 \text{ с}.$$

Час завжди додатній, тому перший корінь відкидаємо і за формулою (1.6) обчислимо шлях у горизонтальному напрямі s :

$$s = x(t_n) = v_0 \cos \alpha \cdot t_n = 20 \frac{\sqrt{3}}{2} 2,78 = 48,1 \text{ м}.$$

Відповідь: $H = 15,1 \text{ м}$, $s = 48,1 \text{ м}$.

2.4. Проектування захисного зняряддя нового покоління

Розглянувши попередні розробки, можна сконструювати власну модель захисного зняряддя нового покоління. Для цього нам потрібно задати параметри роботи пристрою.



Рис. 2.1 – Політ кулі

Ми бачимо на зображенні Рисунок 2.1 політ кулі. Так як куля зроблена з металу, а точніше частіше всього зі свинцю, то цей предмет може слугувати гарним діаманетиком. Для того щоб усі параметри діаманетика були впровадженні потрібно летягу кулю обробити спеціальним складом матеріала, щоб був свержпровідник та охолодити. В нашій роботі це пропонується робити шляхом розпилення на випередження складом для свержпровідника, а потім

охолодити рідким азотом.



Рис. 2.2 – Розпилення матеріалу для свержпровідника та потім рідким азотом.

На рисунку 2.2 показано процес розпилення матеріалу для свержпровідника та потім рідким азотом, для створення плівки і глибинного охолодження кулі.

Після нанесення наноматеріалу на кулю і її швидкого охолодження куля перетворюється на сильний діамагнетик. Для того щоб система спрацювала досконало необхідно задіяти в броніжилеті сильне електромагнітне поле, тобто включити магніт.



Рис. 2.3 – Задіяне електромагнітне поле в броніжилеті нового покоління.



На рисунку 2.3 ми бачимо спрацювання сильнодіючого електромагніта на броніжилеті нового покоління, що приведе до створення сильного магнітного захисного поля навколо охороняємої особи. Це поле утримає в своєму просторі швидко рухаючи куля та інші осколки від вибухових предметів.

Ця дія приведе до зависання предметів і гальмування згідно ефекту Мейснера.

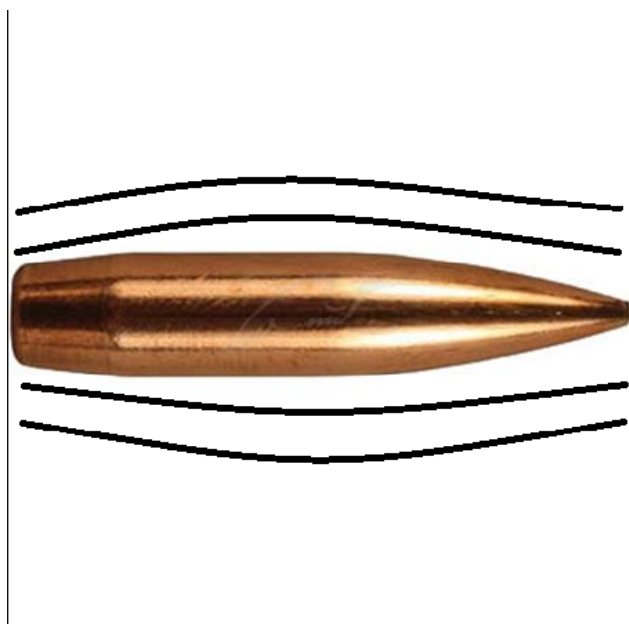


Рис. 2.4 – Зависання кулі в сильному магнітному полі згідно ефекту Мейснера.

На рисунку 2.4 зображено зависання кулі у простору під дією електромагніта, як зависання охолодженого свержпровідника в магнітному полі.

Також працюючи над вдосконаленням броніжелета можна запровадити в систему штучний інтелект що дозволить на ранніх стадіях замічати постріл і прогнозувати подальший розвиток подій, щоб спрацювати на випередження.

Для живлення сильного електромагніта можна також застосовувати суперконденсатор, який може за декілька секунд заряджатися та видавати великий розряд при потребі.

На рисунку 2.5 показана схема роботи інтелектуальної частини пристрою на основі нейронних мереж та штучного інтелекту, що дозволить на сучасному рівні розпізнавати швидко загрозу та приймати рішення на випередження подій, так як нейронні мережі це елементи нечіткої логіки і спроможні розпізнавати події прораховуючи їх майбутній результат.



Рис. 2.5 – Робота штучного інтелекту.



Рис. 2.6 – Робота суперконденсвтора для живлення електромагніту та електроніки керування і прийняття рішень.

На рисунку 2.6 показано схематичний принцип роботи елемента живлення на прикладі суперконденсатора, що дозволить швидко поповнювати енергією, що необхідна для виконання програми захисту.



Висновки

В даному проєкті схематично представлено роботу захисного броніжилету нового покоління. Також було проаналізовано наявність патентів і авторських патентів по тематиці використання електромагнітного поля та сверхпроводників охолоджених до низької температури для спрацювання ефекту зависання свинцю та металу в полі дії сильного магніту.

Актуальність даної теми полягає в необхідності створення сучасних методів та засобів захисту воєнних та населення від загроз війни.

Новизною є те, що було запропоновано бронезжилет, що може працювати на зовсім іншому принципі, тобто взаємодії електромагніта та швидко пересуваючихся предметів. Запропонований пристрій є новим рішенням, тому в роботі присутня наукова новизна.

Мета проєкту схематично представлено роботу захисного бронезжилету нового покоління.

Вирішенні такі задачі:

1. Безконтактного захисту людини від поражаючих факторів кулі та вибухових предметів.
2. Інтелектуального захисту людини завдяки використанню штучного інтелекту.
3. Живлення захисного спорядження та інтелектуальної частини.

Об'єктом дослідження є бронезжилет нового покоління.

Предметом дослідження є процеси електромагнітної індукції.

Результатами дослідження є отримання нового принципу захисту людини від кулі, оснований на Ефекті Мейснера.

В цілому поставлені задачі були вирішені з використанням інновацій, але є недоліки використання даного пристрою, це наявність закону намагнічування – петля Гістерезіса, що може затримати швидке намагнічування броніжилету.

Над поставленими питаннями треба надалі працювати і вдосконалювати системи захисту для воїнів що нас обороняють.