

УДК 629.4.053:621.318

О. О. ГОЛОТА^{1*}

^{1*}Каф. «Електротехніка та електромеханіка», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 47, ел. пошта sashagolota3012@gmail.com, ORCID 0000-0002-0282-2767

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ КЕРУВАННЯ ШЛЯХОВОЇ СТРУКТУРИ НАТУРНОЇ МОДЕЛІ МАГНІТОЛЕВІТАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ

Мета. Метою дослідження є розробка та експериментальна перевірка характеристик шляхових котушок та працездатності системи позиціонування натурної моделі магнітолевітаційного (маглев) транспорту з модульною шляховою структурою. Така система відтворює основні елементи високошвидкісного маглеву, зокрема рухома платформа (екіпаж) з постійними магнітами та шляхові модулі з індуктивними котушками, на які надходить керуючий імпульс. **Методи.** Було застосовано комплексний підхід, що включає теоретичний аналіз та систематизацію сучасного стану магнітолевітаційного транспорту, розробку експериментального стенду з урахуванням натурального моделювання, використання програмно-апаратних комплексів на базі Arduino для роботи з системою позиціонування, проведення експериментальних вимірювань індуктивності котушок та їх характеристик, проведення досліджень режиму холостого ходу натурної моделі, а також розробку і тестування адаптивних систем керування та алгоритмів координації руху екіпажу. **Результати.** Створено та апробовано натурний стенд з модульною структурою, отримано експериментальні дані про індуктивність шляхової котушки, розроблено систему секційного позиціонування екіпажу за допомогою датчиків Холла та енкодера, впроваджено принципи застосування адаптивних систем контролю керування рухом та створені передумови для розробки алгоритмів послідовної координації роботи секцій шляхової структури. Виконано дослідження перехідних процесів і принципів роботи тягових модулів. **Наукова новизна.** Вперше систематизовано дані про роботу шляхових котушок при різній частоті сигналу в натурній моделі такої конфігурації, що матиме вплив для подальших розрахунків та досліджень дослідних моделей магнітолевітаційного транспорту. **Практична значимість.** Було створено натурну модель магнітолевітаційного транспорту з модульною структурою, яка дозволяє досліджувати електромагнітну взаємодію в умовах, наближених до реальних. Особливістю натурної моделі є впровадження секційної системи позиціонування екіпажу на основі енкодера та датчика Холла з реакційним принципом подачі керуючих імпульсів. Отримані результати можуть в подальшому використовуватись для вдосконалення систем керування магнітолевітаційним транспортом, забезпечення секційної та модульної точності позиціонування. Запропоновані підходи можуть бути використані для побудови та розвитку натурних моделей.

Ключові слова: магнітолевітаційний транспорт, натурне моделювання, індуктивність котушок, перехідні процеси, позиціонування, модульна система, координація руху, енергозбереження, натурний стенд.

Вступ

Стрімкий розвиток транспортних технологій висуває нові вимоги до швидкості, енергоефективності та екологічності систем перевезень. Однією з найперспективніших галузей є магнітолевітаційний транспорт (маглев). Це система, що забезпечує безконтактний рух транспортного засобу завдяки використанню сил магнітного поля. Сучасні розробки, зокрема японський SCMaglev або німецький Transrapid, продемонстрували високі швидкісні характеристики й потенціал зниження експлуатаційних витрат у порівнянні з традиційним рейковим транспортом. На сьогодні маглев-системи впроваджуються здебільшого в пасажирському секторі, однак питання вантажних перевезень залишається малодослідженим. Особливо актуальною є розробка високошвидкісних вантажних систем, які дозволили б організувати логістичні зв'язки між

промисловими зонами.

Важливим напрямом в межах досліджень цього виду транспорту є керування енергетичними процесами та контроль динамічних параметрів. Висока частота комутації, перехідні режими, а також зміна навантаження на системи підвісу потребують використання точних моделей та спеціалізованих систем моніторингу. Для їх дослідження залучаються методи комп'ютерного моделювання, натурні стенди, що дозволяють з високою точністю визначати просторове положення рухомих елементів.

Забезпечення стабільної динаміки, особливо в умовах змінної маси екіпажу чи нерівномірного магнітного поля, стає однією з ключових задач у проектуванні систем керування.

Таким чином, розвиток магнітолевітаційного транспорту пов'язаний із комплексом технічних, енергетичних та системних викликів.

Розробка ефективних експериментальних моделей дозволить не лише перевірити інженерні рішення на практиці, але й запропонувати адаптивні алгоритми керування, які можуть стати основою для нових поколінь транспортних засобів на основі маглева.

Постановка завдання дослідження

У контексті розвитку сучасного високошвидкісного транспорту магнітолевітаційні системи розглядаються як перспективна альтернатива традиційним рейковим та колісним технологіям. Однак широке впровадження таких систем стримується низкою факторів: складністю реалізації керованого магнітного підвісу, потребою у високоточному позиціонуванні рухомих елементів, значними енергетичними витратами, а також відсутністю дослідних моделей, що дозволяють імітувати реальні умови руху. З огляду на це, актуальною науковою задачею є створення натурального експериментального стенду з модульною шляховою структурою для дослідження особливостей електромагнітної взаємодії шляхових котушок, процесів керування в умовах, наближених до реальних.

Завданням дослідження є визначення проблематики розробки натурних моделей магнітолевітаційного транспорту, визначення ключових технічних і динамічних вимог, а також опис процесу створення експериментальної натурної установки. На основі принципів натурального моделювання необхідно спроектувати компактну систему з достатнім ступенем відповідності реальній системі, що дозволить створити прототип шляхової котушки з різними параметрами та провести дослідження індуктивності, а також реалізувати процес координації та позиціонування модулів для імітації руху екіпажу.

Ключовим завданням є розробка програмно-апаратного комплексу керування – зокрема, системи позиціонування на основі енкодера і датчиків Холла, яка дозволяє точно визначати положення екіпажу та забезпечувати своєчасну активацію відповідних секцій.

Таким чином, завдання дослідження включає як теоретичні та аналітичні аспекти (огляд, моделювання, планування експерименту), так і прикладні інженерно-дослідні етапи створення, налагодження та експлуатації натурального стенду.

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка та експериментальна перевірка характеристик шляхових котушок та працездатності системи

позиціонування натурної моделі магнітолевітаційного транспорту з модульною шляховою структурою. Така система відтворює основні елементи високошвидкісного маглеву, зокрема рухома платформа (екіпаж) з постійними магнітами та шляхові модулі з індуктивними котушками, на які надходить керуючий імпульс.

Загальна мета полягає не лише у теоретичному обґрунтуванні принципу керування, а й у перевірці його дієздатності в реальних умовах за допомогою натурального експерименту, що охоплює етапи від генерації сигналу керування до зворотної реакції системи.

Задачами, що виникають в межах цього дослідження є визначення індуктивності натурної моделі шляхових котушок, отримання характеристик режиму холостого ходу шляхових модулів, а також реалізація системи позиціонування екіпажу з використанням Arduino, енкодера та датчиків Холла.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Список джерел охоплює широкий спектр експериментальних, аналітичних та натурних досліджень, пов'язаних із розвитком магнітолевітаційного транспорту.

У статтях [1–3] розглянуто ключові аспекти натурної моделі: визначення індуктивності шляхових котушок, аналіз енергетичних процесів у колі тягового конденсатора та дворежимного тягово-левітаційного модуля. Ці дослідження закладають основу для практичного впровадження елементів системи живлення та керування маглемом у лабораторних умовах.

Публікації [4, 7, 8, 11] доповнюють технічну складову інформації по темі дослідження, акцентуючи увагу на моделюванні динаміки взаємодії екіпажу з шляховою структурою, застосування цифрових регуляторів, розробці алгоритмів фільтрації для вимірювання положення й швидкості, а також на побудові точних сенсорних систем позиціонування.

Дослідження [5, 6, 12] демонструють паралелі між розрахунком індуктивності в електричних машинах та в системах із лінійними котушками, що може бути корисним у контексті досліджень магнітолевітаційних систем.

Водночас, огляд показав, що в цій тематиці відсутні публікації, які б описували координоване перемикання модульних секцій натурального стенду із прив'язкою до енкодера. Не представлено аналізу впливу робочих режимів котушок при холостому ході екіпажу. Відсутня систематизація експериментальних методів перевірки гіпотез у реальних умовах з рухомими

екіпажами. А також не висвітлено можливі принципи адаптивного керування в замкнутому циклі саме для модульно-секційних систем із розподіленою логікою перемикавання.

Основний матеріал дослідження

Перехідні процеси натурної моделі шляхового модуля. Одним із основних етапів у

дослідженні електромагнітної взаємодії в магнітолевітаційній системі є аналіз перехідних процесів, що виникають у шляхових котушках під час подачі живлення. Для натурної моделі, що складається з кільцевої структури, було визначено один робочий модуль, в межах якого проведено комп'ютерне моделювання роботи двох котушок – L1 та L2 (Рис. 1).

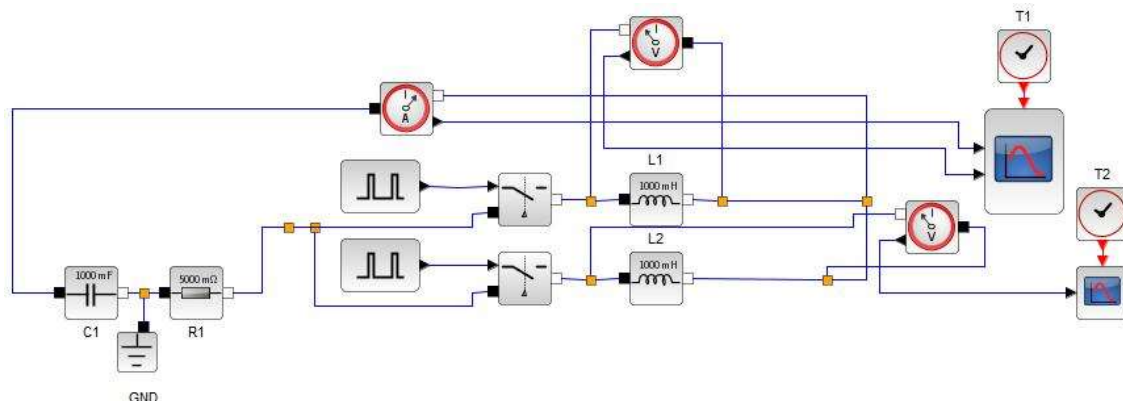


Рис. 1. Функціональна схема шляхового модуля

В межах цієї задачі було отримано часові залежності напруги та струму $U(t)$ та $I(t)$ при живленні котушок. Моделювання було проведено в програмному середовищі SciLab. Це дозволило проаналізувати характер наростання струму, наявність затримок та особливості залежностей у початкові моменти часу.

Отримані графіки (див. рис. 2) мають типовий вигляд експоненційної реакції, з чітко вираженою сталою часу, що залежить від індуктивності котушки та внутрішнього опору кола.

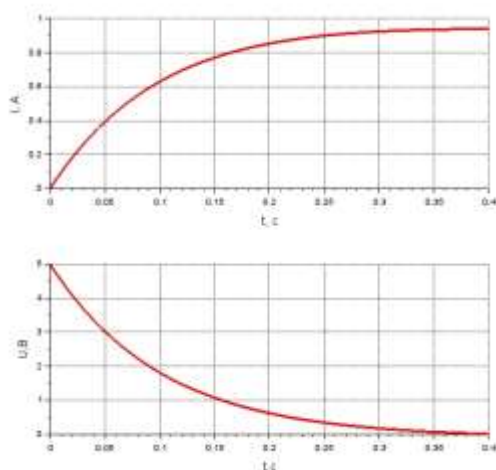


Рис. 2. Перехідні процеси в котушці L1

Проведене моделювання дозволяє зробити висновки щодо якісного і кількісного характеру електродинамічних процесів у шляхових котушках натурної моделі, а також створити комп'ютерну модель, яка дозволяє виконувати

дослідження вихідних параметрів для подальших етапів створення натурального стенду. Що в свою чергу спрощує задачу розрахунків режимів роботи шляхового модуля.

Розробка експериментального натурального стенду та дослідження індуктивності шляхових котушок. Розробка натурального експериментального стенду для дослідження системи магнітолевітаційного транспорту є необхідним етапом у дослідженні процесів електромагнітної взаємодії та процесів керування у високошвидкісних транспортних системах. Завдяки натурному моделюванню створюється можливість перевірити теоретичні гіпотези, оцінити працездатність алгоритмів керування та експериментально виміряти перехідні процеси, що виникають при включенні, відключенні або зміні характеру навантаження на шляхових котушках.

Було розроблено каркас шляхового модуля для кріплення котушок (див. рис. 3).

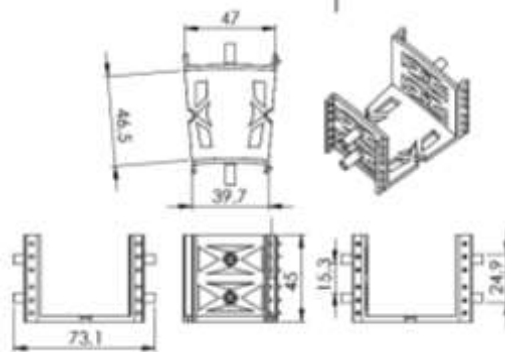


Рис. 3. Габаритні розміри каркасу шляхового модуля

Екіпаж натурного (Рис. 4) стенду виконує роль рухомої частини транспортної системи, що взаємодіє з магнітним полем шляхових котушок. Його конструкція має враховувати габарити шляхової структури, а також коливання при обертанні по кільцевій траєкторії та виконувати фіксацію постійних магнітів, які взаємодіють з шляховими котушками. Магніти кріпляться з обох боків екіпажу у відповідності до геометрії розташування шляхових котушок – внутрішнього та зовнішнього рядів. Такий підхід дозволяє забезпечити симетричну взаємодію та дає можливість досліджувати роботу котушок у різних конфігураціях живлення.

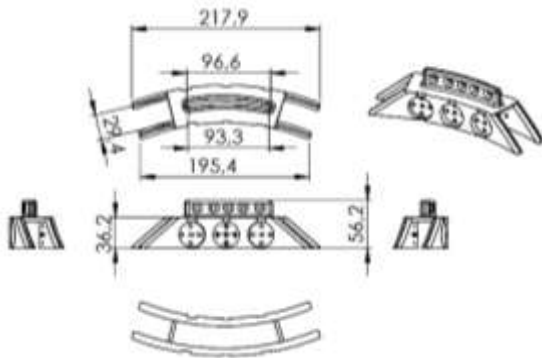


Рис. 4. Габаритні розміри екіпажу

Зовнішній вигляд екіпажу з магнітами представлений на рис. 5.



Рис. 5. Екіпаж з магнітами

Шляхові котушки є основним елементом для транспортних засобів на магнітній підвісці. Це обумовлено тим, що саме шляхові котушки створюють змінне магнітне поле, що дозволяє екіпажу рухатись. Основним параметром котушки є індуктивність L , яка характеризує

здатність накопичувати магнітну енергію при протіканні електричного струму.

Натурна модель шляхової котушки дозволяє дослідити значення залежності індуктивності L від геометричних параметрів.

Розміри котушки, яка використана в дослідженні наведені на рис. 6.

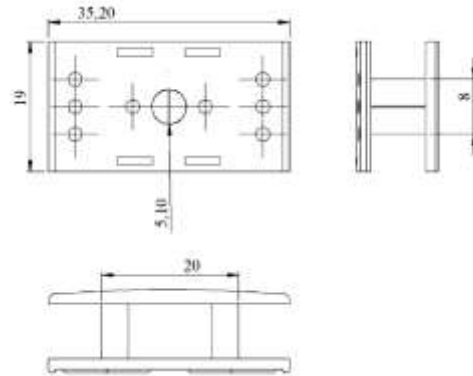


Рис. 6. Розміри шляхової котушки

Результати розрахунку параметрів шляхової котушки з 112 витками представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Параметри шляхової котушки				
U , В	I , мА	Z , Ом	X , Ом	L , мГн
$f=1$ кГц				
1.4	264	5.3	5.111	0.8
$f=50$ кГц				
1.4	7.375	189.8	189.8	0.6
$f=100$ кГц				
1.4	4.2	333.3	333.3	0.53
$f=200$ кГц				
1.4	2.55	549.01	549.02	0.43

За отриманими значеннями побудовано графік залежності індуктивності L від частоти f (рис. 8).

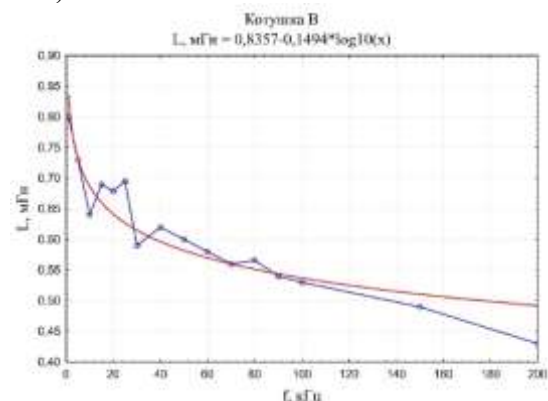


Рис. 7. Залежність індуктивності L шляхової котушки від частоти синусоїдального сигналу f

З отриманої залежності визначено, що при збільшенні частоти синусоїдального сигналу зменшується індуктивність. Це можна пояснити дією скін-ефекту, коли при високих частотах струм у провіднику зміщується ближче до його поверхні, що зменшує ефективну площу поперечного перерізу проводу [1].

Визначення індуктивності проводилось непрямым методом, що в свою чергу визначає вплив зміни індуктивного опору X , який впливає на зміну індуктивності L при подальшому розрахунку. Таким чином, було визначено можливі умови для роботи шляхової котушки в натурному стенді.

Розробка системи позиціонування натурального стенду та дослідження шляхового модуля в режимі холостого ходу.

Для побудови системи керування необхідно визначити необхідні алгоритми роботи системи (підйом, тяга, стабілізація).

Принцип створення тяги полягає в досягненні точного позиціонування та координації роботи всіх шляхових модулів, що дозволить давати команду на ввімкнення шляхових котушок для створення ефекту левітації.

Наступним алгоритмом роботи є стабілізація, що буде виконуватись в певний проміжок часу для відслідковування та корегування відхилень, при їх наявності під час роботи.

Процес реалізації тяги може складатись з трьох етапів, які чергуються між собою: розгін, сталий рух, гальмування. Кожен з цих алгоритмів необхідно реалізувати в системі керування. Вони мають бути уніфікованими для кожного окремого модуля та мати можливість оперативної заміни або оновлення, що дозволить забезпечити масштабованість та адаптивність системи до різних експлуатаційних умов.

Структура принципу координації натурального стенду є реакційною, коли при русі екіпажу в межах шляхової структури відбувається зміна положення закріпленого енкодера, який передає сигнал через модуль для обміну даними протоколів RS422/TTL до Arduino. Окремим контуром до Arduino підключено датчик Холла, що дозволяє координувати початок секції або «нульову позицію». При обертанні енкодера виводиться через «монітор серійного порту» позиція, яка в подальшому дозволяє визначити секцію, що в свою чергу визначає поточний шляховий модуль. Значення шляхового модуля буде відповідати місцю проходження екіпажу в поточний момент часу.

Структура принципу координації наведена на рис. 8.



Рис. 8. Структура принципу координації натурального стенду

На рис. 9 представлено схему розташування восьми секцій натурального стенду моделі магніто-левітаційного транспорту, які рівномірно розподілені по колу.

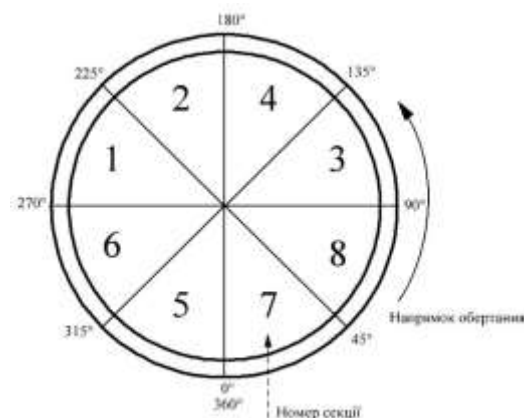


Рис. 9. Схематичне зображення порядку секцій натурального стенду

Кожна секція охоплює 45° сектору траєкторії, що відповідає 5 модулям (при загальній кількості 40 модулів).

Модульна система передбачає розробку та експлуатацію типових уніфікованих шляхових модулів (рис. 10).

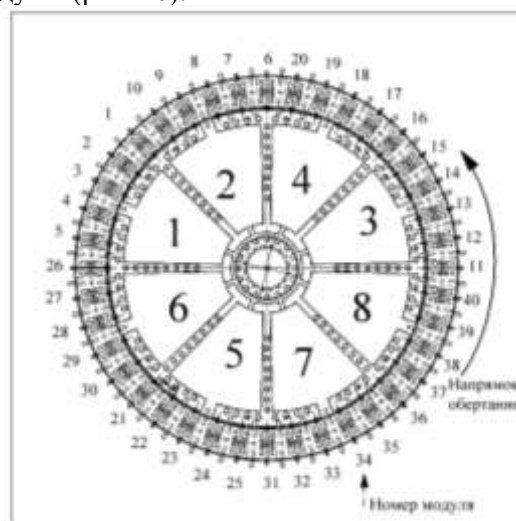


Рис. 10. Схематичне зображення порядку модулів натурального стенду

Кожен модуль містить чотири шляхові котушки (дві внутрішні та дві зовнішні), які призначені для створення тягового зусилля.

Система керування повинна реалізувати алгоритм почергового перемикавання секцій, що включає дві активні секції одночасно: поточну, де перебуває екіпаж, і наступну за напрямком руху. В натурній моделі важливо враховувати розмір полюсної поділки та забезпечувати перекриття магнітних полів шляхових модулів та магнітів, що встановлені на екіпажі.

Характеристика проходження екіпажу повз шляховий модуль наведена на рис. 11.

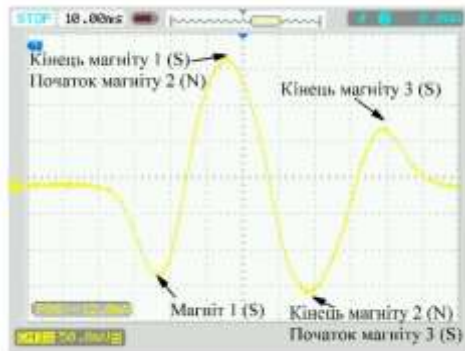


Рис. 11. Опис проходження магніту повз шляхову котушку

Холостий хід при проходженні екіпажу повз шляхову котушку показує реакцію котушки на магніти, що розташовані в екіпажі (рис. 12)

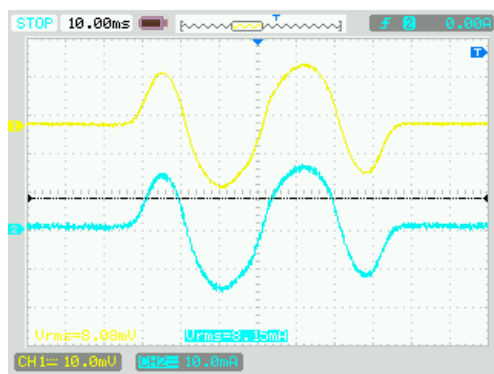


Рис. 12. Характеристика холостого ходу шляхового модуля

Характеристика холостого ходу для двох послідовно розташованих шляхових модулів наведена на рис. 13.

Експериментальна перевірка системи позиціонування

З метою верифікації працездатності розробленої системи координації натурного стенду було проведено експеримент, спрямований на фіксацію реакції керуючої системи (подача імпульса) у момент проходження екіпажу повз

шляховий модуль.

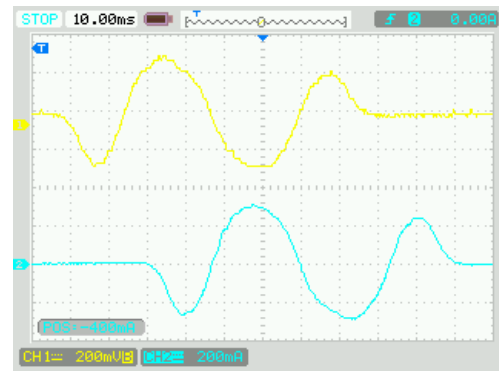


Рис. 13. Характеристика режиму холостого ходу двох послідовних модулів

Під час експерименту екіпаж з постійними магнітами та закріплений на рухомій платформі, здійснював рух по шляховій структурі натурного стенду (рис. 14).

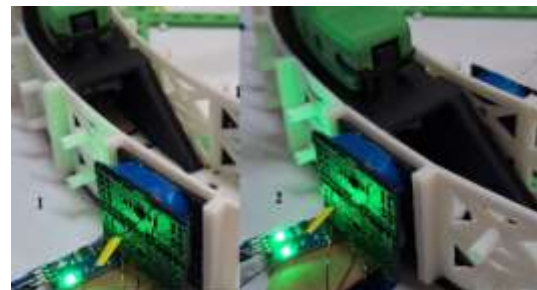


Рис. 14. Проходження екіпажу повз шляховий модуль

Система позиціонування фіксує обертання енкодера на валу натурного стенда та передає значення позиції та секції через монітор серійного порта Arduino (рис. 15).

На шляховому модулі встановлювався датчик Холла, що фіксував магнітне поле екіпажу при проходженні повз нього. Після спрацювання датчика Холла, Arduino виконував команду подачі керуючого імпульса довжиною 10 мс.

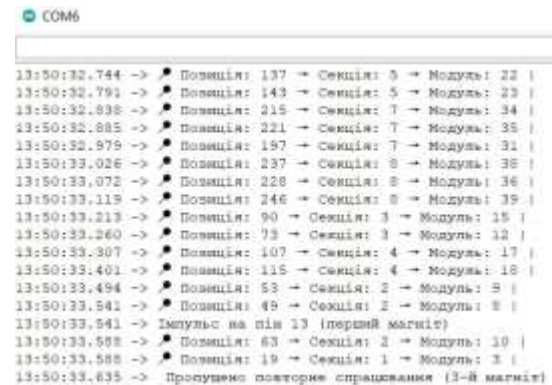


Рис. 15. Серійний вивід даних з енкодера та запуск керуючого імпульсу при проходженні повз датчик Холла

Результат експериментальної перевірки наведено на рис. 16.

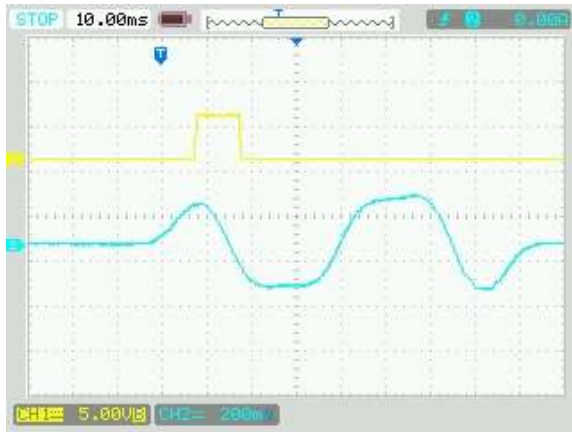


Рис. 16. Подача керуючого імпульсу при проходженні екіпажу повз шляховий модуль

Створена система координації роботи натурального стенду дозволить реалізовувати необхідні принципи керування натурного стенду.

Наукова новизна

Вперше систематизовано дані про роботу шляхових котушок при різній частоті сигналу в натурній моделі такої конфігурації, що матиме вплив для подальших розрахунків та досліджень дослідних моделей магнітолевітаційного транспорту.

Було виконано дослідження холостого режиму роботи натурального стенду, а також запропоновано принцип координації роботи системи керування.

Дослідження містить результати щодо розробки алгоритмів координації роботи секцій та модулів шляхової структури. Така реалізація створює основу для побудови систем з замкнутим контуром керування з розподіленою логікою у магнітолевітаційному транспорті.

Експериментальним шляхом було перевірено працездатність системи позиціонування.

Практична значимість

Було створено натурну модель магнітолевітаційного транспорту з модульною структурою, яка дозволяє досліджувати електромагнітну взаємодію в умовах, наближених до реальних. Особливістю натурної моделі є впровадження секційної системи позиціонування екіпажу на основі енкодера та датчика Холла з реакційним принципом подачі керуючих імпульсів.

Отримані результати можуть в подальшому використовуватись для вдосконалення систем керування магнітолевітаційним транспортом, забезпечення секційної та модульної точності

позиціонування. Запропоновані підходи можуть бути використані для побудови та розвитку натурних моделей.

Висновки

В результаті виконаного дослідження було створено та апробовано натурну модель магнітолевітаційного транспорту з модульною шляховою структурою, що забезпечує фізичне відтворення ключових елементів системи високошвидкісного руху.

Було запропоновано та реалізовано конструкцію експериментального стенду, що дозволяє здійснювати контрольований рух екіпажу по кільцевій трасі із поділом на вісім секцій по п'ять модулів. Така структура забезпечує можливість послідовного перемикання живлення між секціями з урахуванням положення екіпажу.

Проведено дослідження індуктивності шляхової котушки у статичних та динамічних умовах, зокрема в режимі холостого ходу, що дало змогу визначити характерні параметри електромагнітної взаємодії між котушками та постійними магнітами екіпажу.

Розроблено систему позиціонування з використанням платформи Arduino, енкодера і датчика Холла, що забезпечує точне визначення координат екіпажу в реальному часі. Отримані дані інтегруються в систему керування для синхронного формування керуючих імпульсів до відповідних секцій.

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу до побудови експериментальної системи магнітолевітаційного транспорту та створюють основу для подальших досліджень з оптимізації керування, енергоефективності та масштабування системи.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Determination of the inductiveness of a physical model of track coils for high-speed transport / O. Holota та ін. *Technology audit and production reserves*. 2025. Т. 3, № 1(83). С. 52–57. URL: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.331995>.
2. Investigation of Processes in the Traction Capacitor Circuit of the Model of High-Speed Magnetolevitation Transport / O. O. Holota та ін. *Science and Transport Progress*. 2024. № 1(105). С. 30–41. URL: <https://doi.org/10.15802/stp2024/301521>.
3. 2-mode traction-levitation module of a promising magnetic-levitation transport system / S. Plaksin та ін. *Electromechanical and energy saving systems*. 2022. Т. 58, № 2. С. 56–65. URL: <https://doi.org/10.30929/2072-2052.2022.2.58.49-53>.

4. Talukdar R. P., Talukdar S. Dynamic Analysis of High-Speed MAGLEV Vehicle–Guideway System: An Approach in Block Diagram Environment. *Urban Rail Transit*. 2016. Vol. 2, no. 2. P. 71–84. URL: <https://doi.org/10.1007/s40864-016-0039-8>.

5. Mirafzal B., Skibinski G. L., Tallam R. M. Determination of Parameters in the Universal Induction Motor Model. *IEEE Transactions on Industry Applications*. 2009. Vol. 45, no. 1. P. 142–151. URL: <https://doi.org/10.1109/tia.2008.2009481>.

6. Calculation and Experimental Determination of Inductance Parameters of Brushless Double Fed Machine for Magnetic Barrier Rotor / X. Wang et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 252. P. 032213. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/252/3/032213>.

7. Wang H., Zhong X., Shen G. Analysis and experimental study on the MAGLEV vehicle-guideway interaction based on the full-state feedback theory. *Journal of Vibration and Control*. 2013. Vol. 21, no. 2. P. 408–416. URL: <https://doi.org/10.1177/1077546313488431>.

8. Real Time Implementation of Series Expansion Based Digital Controller for Magnetic Levitation System / A. Pati et al. *Intelligent Control and Automation*. 2016. Vol. 07, no. 04. P. 110–128. URL: <https://doi.org/10.4236/ica.2016.74011>.

9. A High Precision Position Sensor Design and Its Signal Processing Algorithm for a Maglev Train / S. Xue et al. *Sensors*. 2012. Vol. 12, no. 5. P. 5225–5245. URL: <https://doi.org/10.3390/s120505225>.

10. Paredes F., Herrojo C., Martín F. Position Sensors for Industrial Applications Based on Electromagnetic Encoders. *Sensors*. 2021. Vol. 21, no. 8. P. 2738. URL: <https://doi.org/10.3390/s21082738>.

11. Liu C., Cheng S., Li K. Position and Speed Measuring Method of Maglev Train Based on Federal Kalman Filter and Information Fusion. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1621. P. 012067. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1621/1/012067>.

12. Fazal I., Rama Rao K. S., Noh Karsiti M. Modeling and Simulation of a Moving-Coil Linear Generator. *Applied Mechanics and Materials*. 2011. Vol. 110–116. P. 2458–2463. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.110-116.2458>.

Надійшла в редколегію 10.04.2025

Прийнята до друку 16.06.2025

O. HOLOTA

RESEARCH OF CONTROL MODES OF THE TRACK STRUCTURE OF A PHYSICAL MODEL OF MAGLEV TRANSPORT

Purpose. The purpose of the study is to develop and experimentally verify the characteristics of track coils and the performance of the positioning system of a physical model of a magnetic levitation (maglev) transport system with a modular track structure. Such a system reproduces the main elements of high-speed maglev, in particular a moving platform (maglev vehicle) with permanent magnets and track modules with inductive coils, which receive a control pulse. **Methods.** A comprehensive approach was applied, including theoretical analysis and systematization of the current state of magnetic levitation transport, the development of an experimental physical stand taking into account physical modeling, the use of software and hardware complexes based on Arduino for current control and positioning, experimental measurements of coil inductance and their characteristics, a study of the idle mode of the physical model, as well as the development and testing of adaptive control systems and maglev vehicle movement coordination algorithms. **Results.** A physical model with a modular structure was created and tested, experimental data on the inductance of the track coil were obtained, a system of sectional positioning of the crew using sensors and an encoder was developed, the principles of applying adaptive traffic control systems were implemented, and algorithms for sequential coordination of the work of sections of the track structure were developed. A study of transient processes and principles of operation of traction modules was carried out, which can further contribute to improving the energy efficiency of the system. **Scientific novelty.** For the first time, data on the operation of track coils at different signal frequencies in a physical model of such a configuration have been systematized, which will have an impact on further calculations and research of experimental models of maglev transport. **Practical significance.** A physical model of a magnetically levitated transport system with a modular structure was created, which allows the electromagnetic interaction to be studied in conditions close to real ones. A special feature of the physical model is the introduction of a sectional crew positioning system based on an encoder and a Hall sensor with a reactive principle of control pulse supply. The results obtained can be used in the future to improve magnetic levitation transport control systems, ensure sectional and modular positioning accuracy. The proposed approaches can be used to build and develop physical models. This will allow implementing innovative solutions in the field of high-speed ground transport.

Key words: magnetic levitation transport, a physical model, coil inductance, transient processes, positioning, modular system, motion coordination, energy saving, experimental stand.