

ВІДГУК

офіційного опонента Мірошника Олександра Олександровича на дисертаційну роботу Пушкаря Олега Анатолійовича «**Забезпечення завадостійкості кабелів на основі витих пар для промислових мереж**», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми. Промислова мережа Ethernet є ключовим аспектом у світовій промисловості та основою для ефективної автоматизації. Тому зараз підприємства стикаються з необхідністю автоматизації та інтеграції, щоб максимізувати продуктивність, підвищити рентабельність і конкурентоздатність. Без промислових мереж такі складні завдання, як управління виробничими лініями, управління розподілом електричної енергії були б неможливі. Значну роль у цьому аспекті відіграє також автоматизація будівель. Давно відомий термін "розумний будинок" з кожним роком стає все більш буденним. Цифрова трансформація будівель також неможлива без мережі передачі даних. Інноваційні системи управління будівлями, що побудовані на надійній і захищеній промисловій мережі, дозволяють в режимі реального часу вирішувати і контролювати безліч проблем, таких як управління енергоспоживанням і аварійне освітлення, контроль вентиляційних і опалювальних систем, пожежна безпека і контроль доступу на територію, об'єднання електроприладів і інженерних систем, а також можливість регулювання цілих блоків і поверхів. Все це дозволяє підвищити ефективність використання електричної енергії, продуктивність, екологічність будівель, миттєво реагувати на несправності, мінімізуючи час вимушених перерв, нераціональне використання ресурсів.

В той же час сучасні будівлі наповнені джерелами електромагнітних завад у широкому діапазоні частоти: від десятків кГц до 2 ГГц. Це трансформатори, електричні машини, люмінесцентні лампи, мобільні телефони, телевізійні та радіопередавальні передавачі. Порушення функціонування кабельної мережі відбувається в той момент, коли дані пристрої генерують імпульсну заваду, яка підвищує поріг нечутливості мережевого обладнання.

В зв'язку з вищенаведеним, дисертаційна робота Пушкаря Олега Анатолійовича, яка присвячена актуальній проблемі комплексного системного дослідження щодо вирішення сучасних проблем забезпечення завадостійкості кабелів для промислових мереж з відповідним комплексом електричних параметрів передачі на технологічній стадії виготовлення витих пар, є актуальною і своєчасною та такою, що має вагоме практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота Пушкаря О.А. спрямована на реалізацію державної політики імпортозаміщення в стратегічних галузях промисловості України на період до 2030 р. (постанова № 179 Кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 р.) та виконана в межах наукового напрямку досліджень кафедри “Електроізоляційна та кабельна техніка” Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» і Науково-виробничого підприємства «Алай» (м. Київ).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності. Достовірність і обґрунтованість наукових результатів дисертаційних досліджень забезпечуються використанням сучасного, апробованого математичного апарату з обґрунтованим вибором основних припущень і обмежень, прийнятих при чисельному розрахунку електричного поля методом вторинних джерел; поєднанням теоретичних досліджень впливу структурно-технологічних неоднорідностей на ефективну ємність витих пар різного конструктивного виконання зі значним об'ємом експериментальних досліджень статистично усереднених електричних

параметрів передачі витих пар неекраниваних та екраниваних кабелів. Статистична обробка експериментальних досліджень, виконаних із застосуванням сучасної техніки, містить актуальні для дослідження методи кореляційного аналізу при встановленні зв'язку між омичною та ємнісною асиметріями і параметрами електромагнітних впливів. Достовірність отриманих результатів підтверджується узгодженістю між виконаними теоретичними та експериментальними дослідженнями щодо впливу структурно-технологічних неоднорідностей на коефіцієнт згасання та додаткові втрати електромагнітної енергії у витих парах. Наукові положення і висновки, сформульовані в дисертації, відповідають поставленим завданням та відображають результати дослідження. Наведені в дисертації висновки є достатньо обґрунтованими як на рівні кожного розділу, так і дисертаційної роботи в цілому. Ґрунтовність джерелознавчої бази дисертаційної роботи не викликає сумнівів. Наукова обробка літературних джерел проведена достатньо глибоко і коректно. Таким чином, виконаний обсяг досліджень, їх характер, аналіз та обробка дозволяють вважати наукові положення, результати й висновки достовірними. Практичні рекомендації є корисними для практичної реалізації при створенні сучасних заводостійких кабелів для промислових мереж.

Наукова новизна положень, висновків, рекомендацій одержаних результатів. Проведений аналіз дисертаційної роботи та публікацій дозволяють підтвердити наявність елементів наукової новизни та практичної цінності, які викладені конкретно, послідовно та системно. Основними науковими результатами дослідження, які характеризуються новизною, слід вважати:

➤ Вперше доведено вплив конструктивних та діелектричних параметрів полімерної плівки двошарового екрану на електричну ємність витної пари, що забезпечує підвищений рівень заводостійкості та зменшує втрати електромагнітної енергії у робочому діапазоні частоти екранованої витної пари порівняно з неекранованою.

➤ Вперше визначено вплив еліптичності конструктивних елементів на структуру електричного поля та робочу ефективну ємність витої пари в залежності від конструктивного виконання кабелю та електричної ізоляції, що дало можливість обґрунтувати доцільність застосування спіненої полімерної ізоляції для регулювання ємності та зменшенню її впливу на втрати електромагнітної енергії у екранованому кабелі.

➤ Вперше експериментально встановлено кореляційний зв'язок між параметрами електромагнітних впливів та асиметрією електричного опору витих пар кабелів. Коефіцієнти парної кореляції становлять 0,90 та 0,93 для неекранованих та екранованих кабелів, що обумовлює більш жорсткі вимоги до технологічного процесу виготовлення екранованих витих пар.

➤ Вперше визначено діапазони налаштувань технологічного процесу виготовлення витих пар з нормованими електричними параметрами передачі, що забезпечує позитивні допуски діаметрів провідників пар з різними кроками скручування при значеннях відносних опорів провідників на постійному струмі у границях $\pm 3\sigma$ та коефіцієнт варіації ємності ізольованого провідника на рівні 0,3%.

➤ Вперше обґрунтовано методологію синтезу конструкторсько-технологічних рішень спінення полімерної ізоляції та отримано номограми ефективних діелектричних параметрів в залежності від ступеню спінення та товщини захисної полімерної плівки, що дозволяє ефективно регулювати електричну ємність двошарової ізоляції ізольованого провідника на технологічній стадії виготовлення витої пари. При ступені спінення 40% діелектрична проникність зменшується на 25%, тангенс кута діелектричних втрат – на 33%, електрична ємність ізольованого провідника – на 20%.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання. На основі визначених закономірностей обґрунтовано стратегію технологічного процесу виготовлення завадостійких витих пар, що застосовано при створенні неекранованих та екранованих кабелів для промислових мереж у науково-виробничому підприємстві “Алай” та

підтверджено актом впровадження. Практична значимість отриманих результатів підтверджується актом впровадження розроблених кабелів при заміні зістареної кабельної інфраструктури на сучасну промислову мережу зі швидкістю передачі даних 10 Мбіт/с на відстань до 1 км у АТ “НАЕК “Енергоатом”. Методологічні основи дослідження впроваджено у навчальний процес кафедри “Електроізоляційна та кабельна техніка” при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні наукові результати роботи викладені у 12 публікаціях. Серед них: 5 статей опубліковані у наукових фахових виданнях України, 4 з яких у виданні, включеному до наукометричної бази Scopus; 7 тез доповідей – у збірниках матеріалів наукових конференцій. Апробація результатів дисертаційного дослідження підтверджується виступами на 7 наукових конференціях.

Особистий внесок здобувача у публікаціях, надрукованих у співавторстві, детально розкритий у вступній частині дисертації.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Таким чином, автором дотримані всі вимоги МОН України щодо кількості публікацій, зміст опублікованих результатів відповідає тим, що містяться в дисертації й анотації, а основні положення дослідження пройшли всі передбачені види апробації: опубліковані, впроваджені та обговорені на конференціях різних рівнів.

Оцінка змісту дисертаційної роботи. Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, кожен з яких поділений на відповідні підрозділи, висновків, списку використаних джерел

та додатків. Повний обсяг дослідження – 177 сторінок, із яких 132 сторінки – основний текст.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи. Вона є узагальненим коротким викладом основного змісту дисертаційної роботи.

У вступі обґрунтовано наукову та практичну актуальність дисертаційної роботи; визначено зв'язок з науковими програмами; сформульовано мету роботи та задачі досліджень для її досягнення, визначені об'єкт, предмет та методи досліджень; наведено загальну характеристику роботи, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, вказано особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію результатів дисертації і повноту викладення у публікаціях.

У першому розділі проведений аналіз літературних джерел щодо шляхів забезпечення завадостійкості витих пар на технологічній стадії виготовлення кабелів для промислових мереж. Розглянуті основні конструкторсько-технологічні фактори, що впливають на підвищення завадостійкості кабелів. Розглянуто параметри для оцінки ефективності екранування та проаналізовано вплив екрану на електричні параметри передачі кабелів з витими парами. В кінці 1-го розділу автор робить акцент на положеннях, що потребують подальшого дослідження. Форма аналізу літератури показує високу ерудицію здобувача.

У другому розділі “Математична модель впливу конструктивного виконання кабелю на робочу ємність витої пари”, який викладений на 24 сторінках, детально описана методологія чисельного розрахунку робочої ємності витої пари та представлено результати чисельних розрахунків впливу конструктивного виконання кабелів, у тому числі за умови наявності еліптичності конструктивних елементів, на ефективну ємність витої пари.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням щодо впливу конструктивно-технологічних особливостей витих пар на параметри електромагнітних впливів у кабелях. На основі проведених

експериментальних досліджень встановлено вплив кроку скручування та конструктивного виконання двошарового екрану на параметри електромагнітних завад та втрати електромагнітної енергії в екранованих кабелях.

В четвертому розділі визначено стратегію налаштувань технологічного процесу виготовлення витих пар для забезпечення завадостійкості кабелів для промислових мереж із забезпеченням нормованих електричних параметрів передачі. З урахуванням стохастичності технологічного процесу виготовлення кабелів доведено суттєвий вплив адитивної завади на параметри електромагнітних впливів у витих парах. Це опосередковано свідчить про необхідність застосування екранованих конструкцій кабелів у промислових середовищах з високим рівнем електромагнітних завад. Експериментальними дослідженнями підтверджено більшу чутливість хвильового опору та структурно-зворотніх втрат електромагнітної енергії витих пар для контролю стабільності технологічного обладнання.

У дисертації подано чіткі висновки до кожного розділу та сформульовано у зрозумілій та лаконічній формі загальні висновки. Вони в цілому розкривають основні результати дослідження і відповідають поставленій меті та завданням роботи.

Список використаних джерел із 133 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

У додатках представлено акти впровадження дисертаційного дослідження.

Аналіз змісту дисертаційного дослідження та опублікованих праць вказує на дотримання здобувачем вимог академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Публікація автором результатів досліджень у рецензованих виданнях, які передбачають попередню перевірку матеріалів на відсутність запозичень є одним із елементів підтвердження відсутності

порушень академічної доброчесності.

Зауваження до дисертаційної роботи. Принципових зауважень у змісті та оформленні дисертації не виявлено. Серед недоліків, які не впливають на загальну позитивну оцінку роботи, слід вказати:

1. У першому розділі при розгляді проблеми електромагнітної сумісності окремих електричних пристроїв необхідно було б навести рівні зовнішніх електромагнітних завад від електроенергетичного обладнання, що працює. Це полегшало б сприйняття рівня внутрішніх електромагнітних завад між витими парами кабелів для промислових мереж.

2. У розділі 2 представлена методологія чисельного розрахунку робочої ємності витої пари ґрунтується на головному припущенні щодо застосування електростатичного поля. Варто було б це припущення додати першим у зазначені три припущення на стор. 57 дисертації.

3. У розділі 2 при розгляді впливу конструктивного виконання витої пари на ефективну ємність кабелю було б доцільно навести типові значення товщини двохшарових алюмополімерних екранів, які застосовуються при виробництві екранованих конструкцій кабелів.

4. У розділі 3 на Рис. 3.4 та Рис. 3.5 представлені експериментальні залежності параметрів електромагнітних впливів в 4-х парному неекранованому кабелі довжини 100 м. Незрозуміло, чим пояснюється невідповідність представлених частотних залежностей?

5. Значна частина експериментальних досліджень базується на параметрах електромагнітних впливів, що представлені у розділі 3. Так, на рис. 3.4,*a* зазначено, що технічна реалізація вимірювань виконана аналізатором спектра. Необхідно було б навести технічні характеристики цього приладу. Цей прилад метрологічно повірений?

Перелічені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву результати дослідження та ніяким чином не зменшують наукову та практичну цінності виконаної роботи та позитивне враження від впровадження її результатів.

Висновки.

Представлена дисертаційна робота являє собою завершене дослідження, в ній отримані нові і достовірні результати, які ефективно вирішують наукову і прикладну задачу забезпечення завадостійкості кабелів на основі витих пар для промислових мереж з відповідним комплексом електричних параметрів передачі на технологічній стадії виготовлення витих пар.

За змістом, актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною значимістю одержаних результатів дисертаційна робота «Забезпечення завадостійкості кабелів на основі витих пар для промислових мереж» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН від 12.01.2017 № 40, а її автор, Пушкар Олег Анатолійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри «Електропостачання та енергетичний менеджмент»

Державного біотехнологічного університету

доктор технічних наук, професор,

Олександр МІРОШНИК

14.05.2024р



Handwritten signature of Olexandr Miroshnik

Handwritten signature of Olexandr Miroshnik
ЗАСВІДЧУЮ
Керівник відділу діловодства ДБТУ
Handwritten signature