



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XIX Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2024

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Василь ПОПОВИЧ** – т.в.о. проректора з науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, професор;
- Заступники голови:** **Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО** – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., ст. досл., ЛДУ БЖД;
- Члени наукового комітету:** **Oksana TELAK** – Doctor of Sciences, MSFS, Warsaw, Poland ;
Jerzy TELAK – Doctor of Sciences, Professor, ASE, Warszawa, Poland;
Bogusław KOGUT - Doktor inżynier, Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej
Вікторія СЕРГІЄНКО – проректор з наукової роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, д.м.н., професор
Максим СМІЛЕВСЬКИЙ – начальник управління безпеки департаменту міської мобільності та вуличної інфраструктури Львівської міської ради, к.ю.н.
Олеся ВАЩУК – професор кафедри криміналістики Національного університету «Одеська юридична академія», Голова Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.ю.н. професор
Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ –, учений секретар Університету, к.і.н., доцент;
Анастасія СИМАХОВА – професор кафедри бізнес-аналітики та цифрової економіки Національного авіаційного університету, перший заступник Голови Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.е.н. професор
- Члени оргкомітету:** **Василь КАРАБИН** – начальник Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, д.т.н., доцент;
Андрій ЛИН – начальник Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент;
Ярослав КИРИЛІВ – старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., с.н.с.;
Ольга МЕНЬШИКОВА – заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, к.ф.-м.н., доцент;
Іван ПАСНАК – заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент;
Ірина БАБІЙ – заступник начальника Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, к.пед.н., доцент;
Тетяна ВОЙТОВИЧ – начальник відділу науково-редакційної діяльності, доктор філософії (PhD);

Юрій КОПИСТИНСЬКИЙ – начальник докторантури, ад'юнктури, к.т.н.;

Андрій ТАРНАВСЬКИЙ – доцент кафедри цивільного захисту та протимінної діяльності ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;

Олександра ПЕКАРСЬКА – викладач кафедри цивільного захисту та протимінної діяльності ЛДУБЖД;

Андрій КУШНІР – доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;

Інна ОНОШКО – старший викладач кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУБЖД;

Дмитро КОБИЛКІН – доцент кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;

Ольга КОРЧАК – викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД;

Роман КОНАНЕЦЬ – заступник начальника кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУБЖД;

Володимир-Петро ПАРХОМЕНКО – доцент кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУБЖД, к.т.н.;

Назарій БУРАК – заступник начальника кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;

Олександр ХЛЕВНОЙ – доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій ЛДУБЖД, к.т.н.;

Світлана ВДОВИЧ – доцент кафедри практичної психології та педагогіки ЛДУБЖД, к.т.н., с.н.с.;

Юлія КУЛИК – викладач кафедри практичної психології та педагогіки ЛДУБЖД

Володимир МАРИЧ – старший викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, к.т.н., доцент;

Наталія ІВАСІВКА – викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД;

Катерина СТЕПОВА – доцент кафедри екологічної безпеки ЛДУБЖД, к.т.н., доцент

Ірина КОЧМАР – викладач кафедри екологічної безпеки ЛДУБЖД;

Руслана СОДОМА – старший викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД, к.е.н., доцент

Олег КОВАЛЬЧУК – викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор філософії;

Галина ТЕЛЕГІНА – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, к.м.н., доцент;

Орислава ГОРНОСТАЙ – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, к.т.н., доцент

Данійл БЕГЕН – науковий співробітник відділу науково-редакційної діяльності ЛДУБЖД

Ростислав ГРИНИК – молодший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУБЖД

ОРГАНІЗАТОР ТА ВИДАВЕЦЬ	Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Технічний редактор, комп'ютерна верстка	Беседа А.В., Беген Д.А.
Друк	Петролюк Н.І.
Відповідальний за друк	Войтович Т.М.
АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:	ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007
Контактні телефони:	(032) 233-24-79, тел/факс 233-00-88
<p align="center">Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2024. – 906 с.</p> <p>Збірник сформовано за науковими матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності».</p> <p align="center">Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Цивільна безпека. ▪ Пожежна та техногенна безпека. ▪ Менеджмент у безпеці життєдіяльності. ▪ Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж. ▪ Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності. ▪ Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності. ▪ Промислова безпека та охорона праці. ▪ Природничо-наукові та екологічні аспекти безпеки життєдіяльності. ▪ Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності. ▪ Медицина в умовах воєнного стану. <p align="right">© ЛДУ БЖД, 2024</p>	
Здано в набір 06.03.2023. Підписано до друку 28.04.2023. Формат 60x84 ^{1/3} . Папір офсетний. Ум. друк. арк. 56,63. Гарнітура Times New Roman. Друк: ЛДУ БЖД вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007. ldubzh.lviv@dSNS.gov.ua	За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 614.842

ЕЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВОРІТ

Галина Альфавицька, Алла Павук

Андрій Кушнір, кандидат технічних наук, доцент

Львівський державний університету безпеки життєдіяльності

Автоматичні протипожежні ворота оснащуються електроприводом, який автоматично закриває/відкриває ворота в разі виникнення пожежі. Вони є частиною протипожежного захисту об'єкта. Дані електроприводи повинні мати автономний блок безперебійного живлення у разі вимкнення основного електроживлення. Для механізму переміщення протипожежних воріт пропонується використати безколекторні електродвигуни постійного струму із уже вмонтованим редуктором.

Ключові слова: протипожежні двері, протипожежні ворота, безколекторні електродвигуни постійного струму.

ELECTRIC DRIVE FOR MOVING OF FIREPROOF GATES

Halyna Alfavitska, Alla Pavuk

Andrii Kushnir, PhD, Associate Professor

Lviv State University of Life Safety

Automatic fireproof gates are equipped with an electric drive that automatically closes/opens the gate in the event of a fire. They are part of the object's fire protection. These electric drives must have an autonomous uninterruptible power supply unit in the event of the main power supply being turned off. It is suggested to use brushless motor of direct current with already mounted reducers for the fireproof gate movement mechanism.

Keywords: fireproof door, fireproof gates, brushless motor of direct current.

Автоматичні протипожежні ворота [1] оснащуються електроприводом, який автоматично закриває/відкриває ворота в разі виникнення пожежі. Вони є частиною протипожежного захисту об'єкта. Дані електроприводи повинні мати автономний блок безперебійного живлення на 24 В у разі вимкнення основного електроживлення. Для механізму переміщення протипожежних воріт пропонуємо використати безколекторні електродвигуни постійного струму із уже вмонтованим редуктором [2, 3].

Безколекторні електродвигуни постійного струму випускаються з напругою живлення 12 В, 24 В, 36 В, 48 В, 310 В та діапазоном потужностей від 4 Вт до 1700 Вт. Електродвигуни з напругою живлення 12 В, 24 В можуть живитися від акумулятора, що ідеально підходить в разі втрати основного електроживлення.

Безколекторні, або як їх ще називають, безщіточні (вентильні) двигуни (рис. 1) – це електродвигуни, що складається із ротора з постійними магнітами і статора з обмотками. Роль колектора виконує електронне обладнання.



Рисунок 1 – Безколекторні двигуни

Контролери електродвигунів такого типу часто живляться постійною напругою. В англійській технічній літературі вентильний електродвигун називають PMSM або BLDC.

По своїй конструкції вони практично ідентичні синхронним двигунам змінного струму, де обертання магнітного ротора відбувається в звичайному шихтованому статорі при наявності трифазних обмоток, а кількість обертів залежить від напруги і навантаження статора. Виходячи з визначених координат ротора, відбувається перемикання різних обмоток статора.

Безколекторні двигуни постійного струму можуть не мати окремих датчиків, однак, іноді вони присутні на роторі, наприклад, датчик Холла. Якщо пристрій працює без додаткового датчика, то обмотки статора виконують функцію фіксуючого елемента (датчика). Тоді система керування відслідковує струм, який виникає завдяки обертанню магніту, коли в обмотці статора ротор наводить ЕРС.

Якщо одна з обмоток статора буде вимкнена, то буде вимірюватися і в подальшому оброблятися той сигнал, який був наведений. Однак, такий принцип роботи неможливий без професійної обробки сигналів. А ось для реверсу або гальмування такого електродвигуна мостова схема не потрібна – достатньо буде подати в зворотній послідовності керуючі імпульси на обмотки статора.

Статор (рис. 2) – це пристрій, який має класичну конструкцію і нагадує статор асинхронного двигуна. До складу входить сердечник з мідної обмотки (покладеної по периметру в пази), що визначає кількість фаз, і корпус. Зазвичай синусної і косинусної фаз достатньо для обертання і самозапуску, однак, часто двигун конструюється трифазним і навіть чотирьохфазним.

Ротор (рис. 2) зазвичай виготовляють з постійних магнітів з кількістю пар полюсів від двох до восьми, які, в свою чергу, чергуються від

північного до південного або навпаки. Найбільш поширеними і дешевими для виготовлення ротора вважаються феритові магніти, але їх недоліком є низький рівень магнітної індукції, тому на заміну такого матеріалу зараз приходять прилади, створені із сплавів різних рідкоземельних елементів, оскільки можуть надати високий рівень магнітної індукції, що, в свою чергу, дозволяє зменшити розмір ротора.

Давач положення ротора забезпечує зворотний зв'язок. За принципом роботи пристрій поділяється на такі підвиди: індуктивний; фотоелектричний; датчик з ефектом Холла. Останній тип отримав найбільше використання завдяки своїм практично абсолютним безінерційним властивостям.

Існують безколекторні двигуни, які не мають давачів. У таких двигунах положення ротора визначається шляхом вимірювання напруги на незадіяно у даний момент часу обмотці.

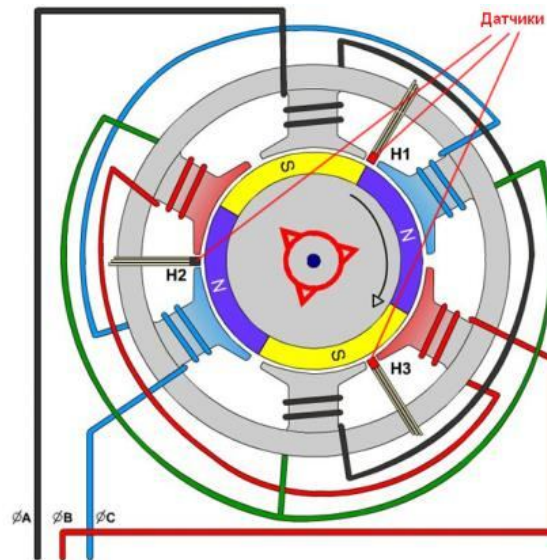


Рисунок 2 – Схема трифазного безколекторного двигуна постійного струму

Система керування складається з силових ключів, іноді також з тиристорів або силових транзисторів, що мають ізолюваний затвор, що підключений до інвертора струму або інвертора напруги. Процес керування цими ключами реалізується найчастіше шляхом використання мікроконтролера, що вимагає для керування двигуном величезної кількості обчислювальних операцій.

Як і у колекторних двигунів, момент безколекторних двигунів прямо пропорційний струму, а швидкість залежить від напруги живлення і навантажуючого моменту. Однак, безколекторні електродвигуни мають незаперечну перевагу в порівнянні з колекторними двигунами – це

відсутність тертьових і стиральних частин, що перемикаються з контактами тощо. І, як наслідок, високий ресурс роботи безколекторного двигуна.

На рис. 3 показано схему забезпечення електроживленням трифазного безколекторного двигуни постійного струму.

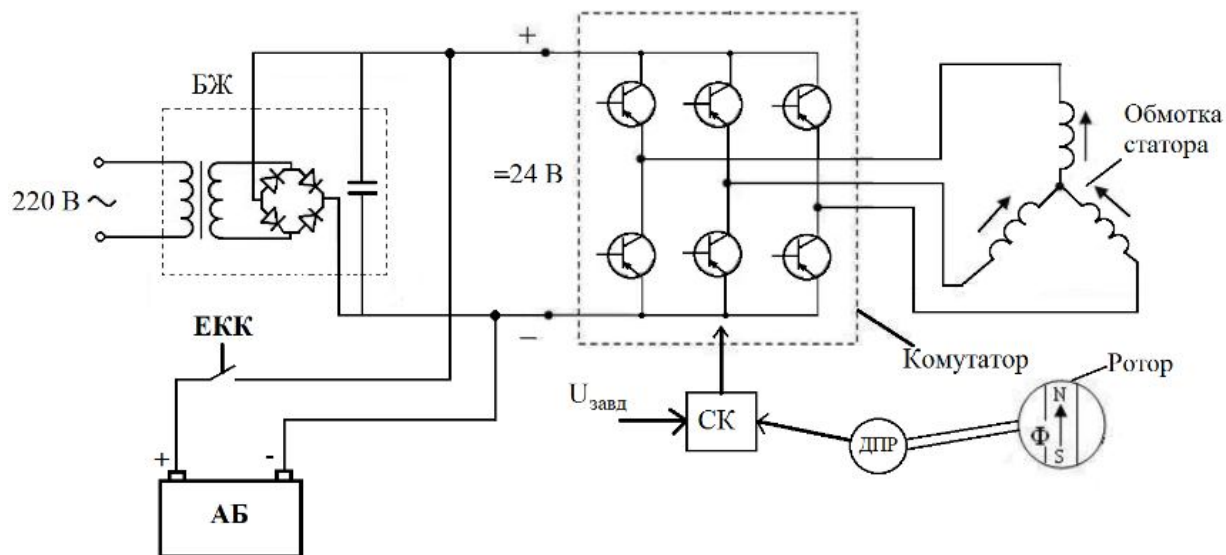


Рисунок 3 – Схема забезпечення електроживленням трифазного безколекторного двигуни постійного струму

Переваги та недоліки безколекторних електродвигунів постійного струму.

Конструкція безколекторного двигуна не має досить складного, важкого вузла, який іскрить – колектора, який вимагає обслуговування. Конструкція двигуна істотно спрощується. Двигун виходить легшим і компактнішим. Значно зменшуються втрати на комутацію, оскільки контакти колектора і щітки замінюються електронними ключами. В результаті чого електродвигун має: найкращі показники ККД і показники потужності на кілограм власної ваги; велику переважувальну здатність по моменту; найбільш широким діапазоном зміни швидкості обертання; високу швидкість і динаміку, точність позиціонування; широкий діапазон зміни частоти обертання; високий пусковий момент; високий термін служби (ресурс електродвигуна обмежений тільки терміном служби підшипників). На практиці безколекторні двигуни гріються менше, ніж колекторні. Застосування потужних неодимових магнітів зробили безколекторні двигуни ще більш компактними. Конструкція бесколекторного двигуна дозволяє експлуатувати його в воді і агресивних середовищах (зрозуміло, тільки двигун, мікроконтролер мочити буде дуже дорого). Безколекторні двигуни практично не створюють радіоперешкод. Єдиним недоліком вважають складний дорогий електронний блок керування (мікроконтролер) і використання в конструкції ротора дорогих матеріалів, зокрема, постійних магнітів. Безколекторний

двигун без електроніки – “просто залізо”. Немає можливості подати на нього напругу і домогтися нормального обертання як у інших двигунів.

Усі ці переваги безколекторних електродвигунів постійного струму дають можливість ефективно їх використовувати у приводах механізму переміщення протипожежних воріт.

Список літератури

1. Ворота протипожежні:
<https://euroservis.com.ua/ua/protivopozharnye-dveri/vorota-protivopozharnye/>
2. Безколекторні електродвигуни: <https://drivesystems.com.ua/bldc-2/>
3. Shane W. C. Design and Prototyping Methods for Brushless Motors and Motor Control / W. Colton Shane. – Massachusetts: Institute of Technology, 2010. – 135 с.

References

1. Fireproof gates:
<https://euroservis.com.ua/ua/protivopozharnye-dveri/vorota-protivopozharnye/>
2. Brushless DC motors: <https://drivesystems.com.ua/bldc-2/>
3. Shane W. C. Design and Prototyping Methods for Brushless Motors and Motor Control / W. Colton Shane. – Massachusetts: Institute of Technology, 2010. – 135 с.

Роман Кметюк, Ференц Н.О., ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ САМОЗАГОРЯННЯ В БУНКЕРАХ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ДЕРЕВНОЇ ТИРСИ.....	174
Марія-Степанія Гаврилюк, Валентин Придатко, ЕКСПЕРТИЗА ЯК ПЕРЕДУМОВА БЕЗПЕКИ.....	177
Галина Альфавицька, Алла Павук, Андрій Кушнір, ЕЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВОРИТ.....	181
Андрій Горобчук, Пелешко М.З., Башинський О.І., ЗАСАДИ БЕЗПЕЧНОЇ ЕВАКУАЦІЇ В ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРАХ.....	186
Нікіта Тимков, Шаповалов О.В., ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПОЖЕЖОГАСІННЯ.....	189
Михайло Чорненко, Пелешко М.З., ІНКЛЮЗИВНІСТЬ ПРОСТОРУ В ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ.....	192
Марія Карвацька, Борис Михалічко, КВАНТОВО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ АНТИПРЕНОВОЇ ТА ІНГІБУВАЛЬНОЇ ДІЇ КУПРУМ(II) ХЛОРИДУ НА ГОРІННЯ НІТРОГЕНВІСНИХ ВУГЛЕВОДНІВ.....	196
Роман Коваль, Сергій Ємельяненко, МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ГОТЕЛІВ: ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ ТА ОЦІНКА НАСЛІДКІВ.....	200
Андріан Петренко, Ігор Поліщук, НАЙСИЛЬНІШИЙ ПОЖЕЖНИЙ- РЯТУВАЛЬНИК» ЯК ОСНОВА ПСИХОФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ПОЖЕЖНОГО-РЯТУВАЛЬНИКА.....	204
Валентин Шкробацький, Валентин Придатко, НЕБЕЗПЕКА ГАЗОВИХ МЕРЕЖ ТА ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧИХ ПРИЛАДІВ ОБ'ЄКТІВ ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	208
Богдан Гусар, НЕБЕЗПЕКА ФОСФОРУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ГАСІННЯ.....	211
Галина Альфавицька, Андрій Кушнір, НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ ЩОДО ПРОТИПОЖЕЖНИХ ДВЕРЕЙ ТА ВОРИТ.....	214