



ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.340740

ОСОБЛИВОСТІ ІСНУЮЧИХ КОНЦЕПЦІЙ КОНСТРУКЦІЙ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ (стор. 6–11)

Колесник О. М., Колесник А. О., Бетін Д. О.

Об'єктом дослідження є проектування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) мультироторного типу. Одним з найбільш проблемних місць є формування концепцій БПЛА мультироторного типу для вирішення конкретних практичних завдань.

Мультироторні БПЛА останнім часом отримали значний розвиток як у плані розробки конструкції, так і їхніх концепцій. При цьому вся сукупність ідей, технічних рішень і обґрунтувань, які визначають принципи побудови, структуру та основні характеристики майбутнього БПЛА, не розглядалася. Розробниками мультироторних БПЛА не створено їх загальної класифікації для ухвалення науково обґрунтованого проектного рішення. Це є проблемою створення БПЛА, і її дослідженню присвячена дана робота.

Проведено аналіз наявних концепцій конструкцій БПЛА, їхнього бортового обладнання, сфер застосування, переваг і недоліків, а також можливостей модернізації з метою їх удосконалення. У ході дослідження використовувалися системний та функціонально-структурний аналізи. Здійснювався пошук усіх можливих комбінацій конструктивних варіантів і їхнє порівняння з наявними рішеннями.

Проведено аналіз особливостей БПЛА мультироторного типу як окремого класу БПЛА та наведено докази доцільності їх виділення в окремий тип. Проведено дослідження особливостей конструкції п'яти БПЛА мультироторного типу класу міні для виконання різноманітних завдань, та чотирьох вантажних БПЛА мультироторного типу різних країн-виробників. Визначено їхні переваги та недоліки. Описано особливості елементів живлення (усі БПЛА повністю електричні, з використанням безщіткових електродвигунів) та силових установок. Розроблено рекомендації щодо проектування БПЛА мультироторного типу.

Проведене дослідження дає розуміння концепції конструкції БПЛА мультироторного типу та може бути використане для проектування новітніх зразків таких БПЛА, та вдосконалення вже наявних, а також стати темою перспективного напрямку наукових досліджень.

Ключові слова: наявні концепції конструкцій, безпілотні літальні апарати, мультироторний тип, перспективи розвитку.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.340915

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОДРІБНЕННЯ СТЕБЕЛ КУКУРУДЗИ ТА СОНЯШНИКУ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ (стор. 12–20)

Шейченко В. О., Вольський В. А., Коцюбанський Р. В., Бончук В. С., Шевчук В. В., Шевчук М. В., Вовк В. О., Шаповал О. В.

Об'єктом досліджень є технологічні процеси подрібнення рослинних решток, стебла кукурудзи та соняшнику, робочі органи одно- та двосекційних котків, дискової борони, а також комбінованого агрегату в складі дискової борони та котка-подрібнювача односекційного. Актуальність досліджень обумовлено необхідністю вирішення проблеми підвищення ефективності технологічних операцій подрібнення завдяки інтенсифікації (збільшенню) впливів робочих органів знарядь на рослинне середовище.

Розроблено та виготовлено дослідний зразок двосекційного котка-подрібнювача, ріжучі ножі якого розміщено по всій ширині захвату у шаховому порядку з можливістю змінювати кут нахилу до осі обертання барабана в діапазоні 6–10°. Найбільше значення відносних частот подрібнення кукурудзи двосекційним котком належало діапазонам 51–100 мм та 101–150 мм, сума яких складала 56% та 52%, відповідно. Найбільшу частку 48,25% подрібнених стебел соняшнику двосекційним котком встановлено для діапазону 51–100 мм. Сума відсотків подрібнених стебел соняшнику діапазонів менше 50–100 мм становила 77,62%, що у 2,36 рази більше, ніж у аналогічного показника односекційного котка, у 3 рази більше, ніж у борони, і майже співпадала із показниками комбінованого агрегату.

У дискової борони найбільша кількість часток подрібнених стебел кукурудзи 42,2% належала діапазону 151–200 мм, а стебел соняшнику 35,2% діапазону понад 201 мм. У комбінованого агрегату найбільше значення відсотку подрібнених стебел встановлено у діапазоні менше 50 мм. Для кукурудзи зазначене значення складало 65,4%, для соняшнику 41,5%, відповідно. Внесок односекційного котка-подрібнювача у сумарний відсоток подрібнених стебел діапазону до 150 мм у комбінованого агрегату складав для кукурудзи – 44,7%, для соняшнику – 47,7%.

Результати досліджень рекомендовано до систем вирощування сільськогосподарських культур за умов вибору раціональних техніко-технологічних рішень подрібнення рослинних решток.

Ключові слова: подрібнення стебел, одно- та двосекційні котки подрібнювачі, дискова борона, комбінований агрегат, показники якості подрібнення, стебла кукурудзи та соняшнику.

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.337060

ВИЧЕРПНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАРМУРУ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ: ПРИКЛАД МАРМУРУ З РОДОВИЩА ФІЛФІЛА (СКІКДА, ПІВНІЧНИЙ СХІД АЛЖИРУ) (стор. 21–29)

Imen Aichouri, Djamel Nettour, Rachid Chaib, Nesrine Derrardja, Cherif Gherbi, Salim Bensehamdi, Boukhamla Yousra

Об'єктом цього дослідження є родовище мarmуру всіх типів Філфіла. Досліджувана територія розташована в масиві Філфіла, значній частині Кабильського фундаменту, у внутрішній частині Альпійського хребта на північному сході Алжиру. З огляду на те, що цей масив експлуатується вже багато років, він особливо відомий важливістю своїх запасів мarmуру. У цьому родовищі виявлено три основні типи мarmуру: мarmур міньонет, який цінується за вишукані зелені відтінки; сірий мarmур, який має ажурні візерунки; та білий мarmур, який користується великим попитом завдяки своїй надзвичайній чистоті.

Багатомасштабні петрографічні методи, що поєднують мікроскопічні дослідження з макроскопічними спостереженнями (колір, текстура та структура), становлять основу методології, використаної в цій роботі. Під плоским поляризованим світлом в геологічній лабораторії Університету Аннаби були створені тонкі зрізи товщиною 30 мкм. Згідно з результатами, матеріал мав однорідну велику текстуру та складався переважно з мікрокристалічного кальциту.

Ретельно відполіровані зразки були піддані аналізу за допомогою скануючого електронного мікроскопа (SEM) з метою поглиблення дослідження. SEM дозволив виявити тонкі мікроструктурні характеристики, такі як форма кристалів, мікротріщини, пористість і розподіл мінеральних фаз, завдяки нанометричній роздільній здатності, яка показує високу чистоту білого мармуру на додаток до основних домішок сірого мармуру. Механічні характеристики та міцність мармуру були висвітлені цими спостереженнями, що дозволило виявити помітні відмінності між ними, особливо щодо щільності розривів та розміру кристалічних зерен. Поєднуючи методи оптичної та електронної мікроскопії, цей інтегрований підхід дозволив ретельно охарактеризувати мрамур Філіфа, виявляючи його фізичні характеристики та мінералогічний склад. Результати надають міцну наукову основу для можливого промислового використання та є корисною довідковою інформацією для майбутніх порівняльних геологічних досліджень.

Ключові слова: мрамур, родовище Філіфа, петрографія, скануюча електронна мікроскопія, енергодисперсійна спекторметрія (EDS).

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.341827

ФОРМУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ NbC-АРМОВАНИХ ШАРІВ, ОТРИМАНИХ ЕЛЕКТРОШЛАКОВИМ НАПЛАВЛЕННЯМ У СТРУМОПІДВІДНОМУ КРИСТАЛІЗАТОРІ МАЛОГО ДІАМЕТРА (стор. 30–35)

Сайчук О. В., Боровик О. Ю., Боровик В. Ю., Захаров А. В., Капустянський М. В.

Об'єктом дослідження є процес формування NbC-армованих композитних шарів методом електрошлакового наплавлення (ЕШН) у струмопідвідному кристалізаторі (СПК) малого діаметра. Проблемою, що вирішується, є стабільне введення дрібнодисперсного NbC у шлакову ванну малого діаметра без розчинення та агломерації з досягненням рівномірного армування, низької пористості та високої зносостійкості.

Дослідження направлено на експериментальне визначення мікроструктури, фазового складу, твердості, пористості та абразивної зносостійкості шарів, сформованих за керованих режимів ЕШН із використанням порошкового дроту, що містить 35 мас.% NbC, та обґрунтування технологічної спроможності процесу у СПК малого діаметра.

Процес реалізовано у двосекційних СПК $\varnothing 65\text{--}85$ мм за режимів: $I = 1,1$ кА; $U = 22$ В; швидкість подачі $V_{\text{под}} = 2,0 \text{ м} \cdot \text{хв}^{-1}$; тривалість проплавлення 45 с; $T_{\text{ванни}} = 1600\text{--}1700^\circ\text{C}$. Морфологію та хімічну однорідність визначали оптичною мікроскопією й SEM-EDS; фазовий склад – рентгенографічно; твердість – за Віккерсом HV10; абразивну зносостійкість – відповідно до ASTM G99.

Отримано шари $2,0 \pm 0,2$ мм без макротріщин і шлакових включень, із рівномірним розподілом NbC ($\approx 2\text{--}5$ мкм) по товщині. Середня твердість становить 1020 ± 30 HV10 (≈ 3 порівняно зі сталлю 20), лінійна швидкість зносу зменшена у 3,4 рази, пористість $\leq 0,8$ об.% за збереження високої адгезійної міцності. Підтверджено, що керована подача неструмоведучого порошкового дроту у найбільш нагріту зону ванни забезпечує відтворений перенос тугоплавкої фази та запобігає її розчиненню й укрупненню. Узгоджені мікроструктурні ознаки корелюють із приростом твердості та зниженням зношування, що підтверджує причинно-наслідковий зв'язок «структура $\rightarrow$ властивості».

Запропонована технологія відтворювана на наявних установках ЕШН без переоснащення та рекомендована для відновлення деталей, що працюють в умовах абразивного зношування, із потенціалом масштабування за рахунок регламентації режимів і контролю складу шлаку.

Ключові слова: електрошлакове наплавлення, карбід, ніобій, композити, зносостійкість, мікроструктура, твердість, пористість, триботехніка, кристалізатор.

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ПРОМИСЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339377

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ КЕРУВАННЯ КРОКОВИМ ПРИВОДОМ ПОВОРОТУ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ГАЗОДЕТОНАЦІЙНОГО МІНОМЕТУ НА ЙОГО ЕЛЕКТРИЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ПОКАЗНИКИ (стор. 36–42)

Любарський Б. Г., Кривошеєв С. Ю., Єресько О. В., Галиця В. І., Сакун О. В., Любарський Д. Б.

Об'єктом дослідження є процеси повороту платформи при роботі крокового приводу повороту газодетонаційного безпорохового міномету. Проблема, яку вирішує дослідження, є визначення впливу струму уставки та частоти обертання крокового двигуна повороту платформи для газодетонаційного міномету на діюче значення струму фази, вібраційний та максимальний моменти двигуна. За результатами досліджень визначено, що діюче значення струму фази має змінний характер. Мінімальне значення діючого струму фази спостерігається при частоті обертання 52,5 об/хв. та струмі уставки 5,5 А, і складає 0,875 А. Отримана залежність діючого струму від параметрів керування має немонотонний змінний характер, обумовлений зміною форми струму при роботі двигуна, яка, в свою чергу, значно змінює гармонійний склад струму. Залежність вібраційного моменту двигуна також має змінний характер. Однак мінімум вібрацій спостерігається при частоті обертання 45 об/хв. та струмі уставки 5 А, і складає $7,715 \text{ Н} \cdot \text{м}$, а максимальні вібрації при мінімальній частоті роботи та максимальному струмі уставки досягають $39,72 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Залежність максимального значення моменту на валу крокового двигуна має спадаючий характер, обумовлений роботою приводу в режимі пуску. Зменшення пускового моменту обумовлено, з одного боку, зменшенням струму уставки, і, як слід, максимального струму двигуна, та зростанням електрорушійної сили у фазі при зростанні заданої швидкості. Отримані результати досліджень можливо використати на практиці при створенні автоматизованого електроприводу повороту газодетонаційного міномету на основі крокового двигуна шляхом вибору параметрів струму уставки для напівпровідникового перетворювача, відповідно до швидкості обертання. Проведені дослідження можливо покласти в основу методики визначення параметрів керування електроприводу повороту на основі крокового двигуна.

Ключові слова: кроковий двигун, платформа, газодетонаційний міномет, струм уставки, вібраційний момент.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339890

РОЗПІЗНАВАННЯ РУХІВ ОЧЕЙ НА ОСНОВІ БІОЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (стор. 43–48)

Мормітко О. М.

Об'єктом дослідження є процес генерування та реєстрації електричних сигналів, спричинених рухами очей, предметом дослідження є метод розпізнавання рухів очей у реальному часі на основі цих сигналів, що реалізовано на відкритій платформі VitalCore та використовує згорткову нейронну

мережу CNN) для класифікації рухів у реальному часі. Одним з найбільш проблемних аспектів є забезпечення високої точності при низькому енергоспоживанні та обмежених обчислювальних ресурсах, а також зниження впливу шумів і затримки під час обробки сигналів. Це має особливе значення при використанні системи у носимих пристроях і в умовах реального середовища, де якість сигналу може бути нестабільною.

У дослідженні застосовано методи цифрової обробки сигналів, зокрема фільтрацію алгоритмом Савіцького-Голея, а також метод побудови CNN: використання п'ятиканальної CNN зі звичайними та транспонованими згортковими шарами, Flatten та softmax. Запропоновано використання частих ковзних вікон (кожні 8 мс), що підвищує точність і зменшує затримку.

Визначено, що точність розпізнавання досягає 85% при часовому вікні 625–833 мс і затримці близько 40 мс, що забезпечує можливість виявлення до п'яти рухів на секунду. Це зумовлено поєднанням енергоефективного сенсора з оптимізованою архітектурою CNN, яка забезпечує стійкість до шумів і швидку класифікацію у реальному часі.

Таким чином, метод дозволяє досягати стабільних і надійних результатів при збереженні низького енергоспоживання. Порівняно з відомими аналогами, вона відрізняється відкритістю, масштабованістю, відтворюваністю та здатністю працювати на периферійних пристроях без високопродуктивних обчислювальних ресурсів. Розробка може бути інтегрована у носимі пристрої й використана в інтерфейсах мозок – комп'ютер, VR/AR, допоміжних технологіях та медичних дослідженнях, що підкреслює її практичну цінність.

Ключові слова: рухи, очі, QVar, вікна, класифікація, сигнали, VitalCore, розпізнавання, напрямки, погляд, сенсори, навчання.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.340517

ПОЄДНАННЯ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ТА АВТОНОМНИХ ТРОЛЕЙБУСІВ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА (стор. 49–57)

Митко М. В., Бурлака С. А., Галушак О. О., Галушак Д. О., Зелінський В. Й.

Об'єктом дослідження є технічні характеристики автономних тролейбусів та системи, що забезпечують їх безперебійне електропостачання.

Одним з найбільш проблемних місць є залежність традиційних тролейбусів від контактної мережі, що обмежує їх маршрути, ускладнює експлуатацію в історичних центрах міст, на мостових переходах та у районах із недостатньою інфраструктурою.

У роботі розглядаються ключові технологічні аспекти автономних тролейбусів, зокрема типи зарядних станцій (контактні, індукційні, з пантографами), ефективність зарядки, енергоспоживання та автономний пробіг. Наведено приклади впровадження цієї технології в Україні, аналіз витрат на зарядку та енергетичних характеристик для пробігу 20–50 км. Підкреслюються перспективи використання автономних тролейбусів для оптимізації міської транспортної мережі, зменшення викидів CO₂ та покращення якості обслуговування пасажирів. Проведено розрахунки енергії, необхідної для руху тролейбуса на відстань 20–50 км, з урахуванням середнього енергоспоживання (1,2–2,0 кВт·год/км), потужності зарядних станцій (до 100 кВт) та ефективності зарядки (0,9). Розрахунки показали, що для автономного пробігу тролейбуса на 30 км необхідно 45 кВт·год енергії. Сучасні літій-іонні батареї та зарядні станції потужністю до 100 кВт забезпечують повну зарядку за 30 хвилин. Додаткова проміжна зарядка на кінцевих або коротких зупинках дозволяє мінімізувати контактну інфраструктуру, зберігаючи гнучкість транспортної системи. Автономні тролейбуси зменшують залежність від контактної мережі, що є особливо актуальним для мостових переходів, де будівництво чи обслуговування контактних ліній ускладнене, а також для історичних центрів, де збереження архітектури та естетики вимагає уникнення надмірної інфраструктури. Вони також сприяють значному зменшенню викидів CO₂, сприяючи екологічній сталості, та покращують якість повітря в міських районах.

Ключові слова: автономні тролейбуси, станція, пантограф, зарядка, батарея, контактна мережа, потужність.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.340600

РОЗРОБКА АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТИВ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНИХ, ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЧНИХ ТА ФОРСМІОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ (стор. 58–62)

Пастушенко А. О.

Об'єкт дослідження – процес розпізнавання жестів та пропорційної оцінки м'язової активності за електроімпедансними (ЕІ) та форсміографічними (ФМГ) сигналами. Предмет дослідження – методи та засоби збору й аналізу цих сигналів для підвищення точності розпізнавання жестів і оцінки м'язової активності в реальному часі.

Дослідження направлене на розроблення інтегрованої апаратно-програмної системи збору та аналізу ЕІ, ЕІ та ФМГ сигналів для розпізнавання жестів і пропорційної оцінки м'язової активності.

Проблема, що потребувала вирішення, полягає у відсутності надійних мультимодальних платформ, здатних забезпечити одночасне отримання, фільтрацію та цифрову обробку біосигналів різної природи в режимі реального часу. Існуючі рішення обмежені однією або двома модальностями, характеризуються низькою завадостійкістю та потребують складної апаратури, що ускладнює практичне використання.

Запропоноване рішення базується на використанні поверхневих електродів Ag/AgCl, п'єзоелектричних і ємнісних сенсорів у поєднанні з багатоканальними АЦП. Реалізовано оптимізовану фільтрацію й підсилення, цифрову обробку та синхронізацію сигналів, а також передачу даних через USB або UART на персональний комп'ютер. Програмне забезпечення виконує частотний аналіз на основі швидкого перетворення Фур'є, візуалізацію та експорт результатів.

Експериментальні дослідження підтвердили, що отримані сигнали корелюють із руховою активністю: зростання сили захвату супроводжується підвищенням амплітуд ФМГ та ЕІ, що дозволяє реалізувати пропорційне керування. Вибір оптимальних частот фільтрації, коефіцієнтів підсилення та способів кріплення сенсорів дозволив мінімізувати шум і спотворення, а використання багатоканальних АЦП забезпечило обробку великих обсягів даних у режимі онлайн.

Інноваційність розробки полягає в інтеграції біоелектричних та механічних каналів у єдину багатоканальну платформу з підтримкою до 8 каналів, високою просторовою й часовою роздільністю та гнучкою архітектурою. Це забезпечує високу надійність і практичну придатність системи у реабілітації, діагностиці та керуванні біонічними пристроями.

Ключові слова: біонічні маніпулятори, керування, електроімпеданс, електроімпеданс, електроімпеданс, механоміографія, сигнали, аналіз, пропорційне, антропоморфне.

ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.340373

**РОЗРОБКА ЛОГІСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ ДО ВІДНОВЛЯЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ
З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГОБЕЗПЕКИ (стор. 63–69)****Жуков О. А., Бойко С. М., Коваль А. М., Котов О. Б., Вишневський С. Я.**

Об'єктом дослідження є процес енергетичного переходу до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на рівні підприємств чи регіонів, спрямований на заміну традиційних карбонових джерел електричної енергії. Одним із найбільш проблемних місць є недостатнє врахування факторів енергобезпеки в існуючих моделях прогнозування, що призводить до ризиків дефіцитів електроенергії, особливо в умовах нестійкості ВДЕ та геополітичних викликів, таких як воєнний стан чи залежність від імпорту. Аналіз літератури показав, що існуючі моделі не враховують динамічні обмеження при впровадженні ВДЕ, що обмежує їх практичне застосування для забезпечення стійкості енергосистем. В ході дослідження використовувалися чисельні методи моделювання, зокрема адаптація логістичного рівняння зростання з інтегрованим динамічним фактором безпеки $S_b(t)$. Це дозволяє заповнити прогалини існуючих моделей щодо оцінки ризиків й забезпечення стійкості системи. Отримано логістичну модель, яка прогнозує енергетичний перехід із досягненням частки ВДЕ 68% за 24 роки для типового регіону без порушень безпеки. Це пов'язано з тим, що запропонована модель має такі особливості, як інтеграція коефіцієнта швидкості енергетичного переходу ($K_{ШЕП}$) та динамічного обмеження $S_b(t)$, котре адаптується до змін попиту та резерву. Це дозволяє виявити потенціал підвищення стійкості системи за рахунок оптимального балансу ВДЕ та традиційних джерел в процесі переходу. Завдяки цьому забезпечується можливість отримання таких значень показників, як 68% частки ВДЕ, через гнучкість моделі до локальних умов (змін ρ , γ , k) та врахування найгірших сценаріїв ($C_{F.min}$). У порівнянні з аналогічними відомими моделями, це забезпечує такі переваги, як адаптивність до регіональних ризиків, точніший прогноз швидкості переходу та зменшення ймовірності блекаутів. Це є особливо актуальним для вразливих енергосистем, як в Україні, так і в світі.

Ключові слова: енергетичний перехід, відновлювані джерела енергії, моделювання, енергобезпека, логістична модель, прогнозування, стійкість, ризики.