

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Володимир-Волинський фаховий коледж

**Новітні технології та перспективи розвитку галузей
агроінженерії, електроенергетики та автомобільного
транспорту**

Матеріали онлайн конференції



18 травня 2026 рік

Головний редактор:

Свиридюк Іван Сергійович – голова циклової комісії спеціальних дисциплін спеціальності «Агроінженерія».

Заступник головного редактора:

Шевчук Микола Анатолійович – завідувач відділенням по підготовці робітничих професій.

Редакційна колегія:

Хом'як Сергій Вікторович (упорядник випуску)

Осичко Тетяна Леонідівна (технічний редактор)

Сучасний розвиток агроінженерії, електроенергетики та автомобільного транспорту є ключовим фактором у забезпеченні сталого економічного зростання та енергетичної безпеки. Конференція присвячена обговоренню новітніх технологічних досягнень, інноваційних рішень і перспектив розвитку в цих галузях. Учасники матимуть змогу представити результати власних досліджень, обмінятися досвідом та налагодити міждисциплінарну співпрацю задля пошуку ефективних шляхів модернізації виробничих процесів, підвищення енергоефективності та впровадження екологічно чистих технологій. Особлива увага приділятиметься цифровізації, автоматизації, використанню альтернативних джерел енергії та інтеграції сучасних транспортних систем.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Володимир ПАВЛОВСЬКИЙ

Здобувач освіти ОПП «Автомобільний транспорт»

Володимир-Волинський фаховий коледж

Марія АНТОНЕНКО

викладач

Володимир-Волинський фаховий коледж



Вступ

Автомобільний транспорт у сучасному світі займає дуже важливе місце в житті людей та розвитку економіки держав. За допомогою автомобілів здійснюються пасажирські та вантажні перевезення, доставка товарів, продуктів харчування та різноманітної техніки. Сьогодні автомобільний транспорт постійно вдосконалюється завдяки розвитку науки, техніки та інформаційних технологій. Сучасні автомобілі стали більш безпечними, комфортними, економічними та екологічними. У транспортній галузі активно використовуються електронні системи управління, навігація, автоматизовані технології та альтернативні джерела енергії. Новітні технології допомагають зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод, скоротити витрати пального та знизити негативний вплив транспорту на навколишнє середовище.

1. Розвиток сучасного автомобільного транспорту

Автомобільний транспорт за останні роки значно змінився та став набагато сучаснішим. Якщо раніше основною функцією автомобіля було лише перевезення людей або вантажів, то сьогодні транспорт виконує набагато більше завдань. Виробники автомобілів постійно вдосконалюють конструкцію транспортних засобів, покращують системи безпеки та підвищують рівень комфорту для водія і пасажирів. Сучасні автомобілі оснащуються комп'ютерними системами, які контролюють роботу двигуна, гальмівної системи та інших механізмів. Використання новітніх технологій дозволяє значно економити паливо та зменшувати шкідливі викиди в атмосферу. Велике значення також має розвиток електромобілів та гібридних автомобілів, які є більш екологічними порівняно зі звичайними автомобілями.

2. Електронні системи управління автомобілем



Однією з найважливіших сучасних технологій на автомобільному транспорті є використання електронних систем управління. Майже кожен сучасний автомобіль має електронний блок управління, який контролює роботу основних вузлів та агрегатів автомобіля. Електронна система управління двигуном аналізує інформацію від спеціальних датчиків та автоматично регулює подачу пального і повітря до

двигуна. Завдяки цьому двигун працює стабільніше, витрачає менше пального та виділяє менше шкідливих речовин у навколишнє середовище. У сучасних автомобілях широко використовуються системи ABS та ESP. Система ABS запобігає блокуванню коліс під час різкого гальмування та допомагає зберегти керуваність автомобіля. Система ESP контролює стійкість автомобіля під час руху та допомагає уникнути заносу на слизькій дорозі. Також сучасні автомобілі оснащуються клімат-контролем, електронними датчиками паркування, камерами заднього виду та системами автоматичного освітлення.

3. Системи безпеки на автомобільному транспорті



Безпека є одним із найголовніших напрямків розвитку сучасного автомобільного транспорту. Щороку виробники створюють нові технології, які допомагають зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод та захистити водія і пасажирів. До активних систем безпеки належать системи, які

допомагають уникнути аварії. Наприклад, система автоматичного гальмування може самостійно зупинити автомобіль у небезпечній ситуації. Адаптивний круїз-контроль автоматично підтримує безпечну дистанцію між автомобілями під час руху. Система контролю сліпих зон попереджає водія про автомобілі, які знаходяться поза полем його зору. Система утримання автомобіля у смузі руху допомагає водію не виїжджати за межі дороги. До пасивних систем безпеки належать ремені безпеки, подушки безпеки та спеціальна конструкція кузова. У разі аварії подушки безпеки захищають голову та тулуб пасажирів від сильних ударів. Сучасні кузови автомобілів створюються таким чином, щоб максимально поглинати силу удару під час зіткнення.

4. Навігаційні системи та GPS-технології



Сучасний автомобільний транспорт неможливо уявити без навігаційних систем та GPS-технологій. GPS-навігація допомагає водіям визначати своє місцезнаходження та швидко знаходити потрібний маршрут. Навігаційні системи дозволяють водієві бачити карту місцевості, відстань до пункту призначення та приблизний час прибуття. Також сучасні навігатори можуть повідомляти про затори, ремонт доріг та дорожньо-транспортні пригоди. У сфері вантажних перевезень GPS-

технології використовуються для контролю руху транспортних засобів. Диспетчери можуть у режимі реального часу бачити місцезнаходження автомобілів, швидкість руху та витрати пального. Завдяки сучасним навігаційним системам значно покращується організація перевезень та економиться час водіїв.

5. Електромобілі та гібридні автомобілі



Одним із найважливіших напрямків розвитку сучасного автомобільного транспорту є створення електромобілів та гібридних автомобілів. Електромобілі працюють за допомогою електричної енергії та не використовують бензин або дизельне паливо. Основною перевагою електромобілів є їхня екологічність. Під час

роботи електромобіль не виділяє вихлопних газів, тому не забруднює атмосферу. Крім цього, електромобілі працюють майже безшумно та мають менші витрати на обслуговування. Проте електромобілі мають і певні недоліки. Одним із головних недоліків є обмежений запас ходу та тривалий час заряджання акумулятора. Також вартість сучасних акумуляторів є досить високою. Гібридні автомобілі поєднують у собі бензиновий двигун та електродвигун. Завдяки цьому вони витрачають менше пального та виділяють менше шкідливих речовин у навколишнє середовище.

6. Безпілотні автомобілі



Однією з найновіших технологій у сфері автомобільного транспорту є створення безпілотних автомобілів. Такі транспортні засоби можуть рухатися без участі водія завдяки використанню штучного інтелекту, камер, датчиків та спеціальних комп'ютерних програм. Безпілотний автомобіль аналізує дорожню ситуацію, розпізнає дорожні знаки, пішоходів та інші

транспортні засоби. Комп'ютерна система автоматично визначає швидкість руху, момент гальмування та напрямок руху автомобіля. Головною перевагою безпілотного транспорту є зменшення кількості аварій, які часто виникають через

помилки водіїв. Також безпілотні автомобілі можуть значно полегшити процес перевезення пасажирів і вантажів. Проте ця технологія ще потребує подальшого вдосконалення та створення спеціальних правил використання такого транспорту.

7. Екологічні технології на транспорті



Сучасний автомобільний транспорт негативно впливає на навколишнє середовище через викиди шкідливих газів. Саме тому велика увага приділяється розвитку екологічних технологій. У сучасних автомобілях використовуються каталізатори та спеціальні фільтри, які очищують вихлопні гази та зменшують кількість шкідливих речовин. Також

активно впроваджується використання екологічного пального та альтернативних джерел енергії. Перспективним напрямком є створення водневих автомобілів. Такі автомобілі працюють на водні та практично не забруднюють атмосферу. У багатьох містах активно розвивається електричний громадський транспорт — електробуси, тролейбуси та трамваї. Це допомагає покращити екологічний стан міст та зменшити рівень забруднення повітря.

8. Інформаційні технології на автомобільному транспорті



Інформаційні технології займають важливе місце у сфері сучасного автомобільного транспорту. Вони допомагають автоматизувати процеси управління транспортом та покращити організацію перевезень. На транспортних підприємствах використовуються спеціальні комп'ютерні програми для контролю

руху автомобілів, планування маршрутів та обліку витрат пального. Сучасні вантажні автомобілі обладнуються електронними тахографами, які контролюють режим праці та відпочинку водіїв. Це допомагає зменшити втому водіїв та підвищити безпеку дорожнього руху. Також великої популярності набули мобільні додатки для замовлення таксі, відстеження транспорту та онлайн-оплати проїзду.

9. Сучасні технології у вантажних перевезеннях



У сфері вантажних перевезень сучасні технології мають дуже велике значення. Вони дозволяють швидко доставляти вантажі, контролювати рух транспорту та зменшувати витрати транспортних компаній. Сучасні вантажні автомобілі оснащуються GPS-навігацією, системами контролю пального та автоматичними коробками

передач. Це допомагає водіям безпечніше керувати транспортом та економити

пальне. Логістичні компанії використовують сучасні комп'ютерні програми для планування маршрутів та контролю доставки вантажів. Завдяки цьому перевезення стають більш швидкими та ефективними.

Висновок

Отже, сучасні технології на автомобільному транспорті відіграють надзвичайно важливу роль у розвитку суспільства та економіки. Завдяки використанню електронних систем управління, навігації, автоматизованих технологій та екологічних рішень транспорт стає більш безпечним, комфортним та ефективним. Очікується подальший розвиток електромобілів, безпілотного транспорту та інтелектуальних систем управління. Вчені та інженери працюють над створенням автомобілів, які зможуть повністю самостійно пересуватися дорогами без участі людини. Також активно розробляються нові джерела енергії для транспорту, які дозволять зменшити використання нафти та бензину.

ЦИФРОВА ДІАГНОСТИКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ (ECU) СУЧАСНИХ ТРАКТОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Олексій КАШУБА

Здобувач освіти ОПП «Агроінженерія»
Володимир-Волинський фаховий коледж

Микола ШЕВЧУК

викладач
Володимир-Волинський фаховий коледж

Вступ

Сучасний етап розвитку агроінженерії характеризується глибокою інтеграцією електронних та мікропроцесорних систем у конструкцію мобільної сільськогосподарської техніки. Електронний блок керування двигуном (ECU/ЕБУ) перетворився на центральний вузол, який у реальному часі визначає кількісні, часові та фазові параметри паливоподачі, адаптуючи роботу силового агрегату під мінливі умови експлуатації.

В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв, частка витрат на паливо-мастильні матеріали (ПММ) у структурі собівартості виробництва сільськогосподарської продукції в Україні становить від 25% до 30%. При цьому виконання важких технологічних операцій, таких як основний обробіток ґрунту (оранка, глибоке розпушування, дискування), супроводжується тривалою роботою двигунів у режимах високих навантажень.

Будь-які, навіть незначні, відхилення в роботі датчиків повітряної, паливної чи газобалонної систем, які не фіксуються бортовою системою самодіагностики як критичні помилки (DTC), призводять до деградації паливної ефективності та перевитрати дизельного палива на рівні 7–12%. У зв'язку з цим, розробка та впровадження методології комплексної інструментальної цифрової діагностики та подальшої оптимізації програмного забезпечення ECU є актуальним науково-практичним завданням для сучасної агроінженерної науки.

Мета дослідження

Обґрунтування ефективності застосування сучасних діагностичних комплексів, цифрових мотор-тестерів (осцилографів) та методів recalібрування паливних карт ЕБУ для підвищення паливної ефективності та оптимізації тягово-динамічних характеристик тракторів потужністю понад 250 к.с. під час виконання важких польових робіт.

1. Архітектура електронного керування та системний аналіз потоку даних через шину CAN

Керування сучасними двигунами з паливними системами високого тиску типу *Common Rail* базується на динамічному розрахунку циклової подачі палива. ЕБУ приймає сигнали від масиву датчиків, обробляє їх згідно з жорстко закладеними тривимірними матрицями (паливними картами) та формує вихідні імпульси керування електромагнітними або п'єзоелектричними форсунками.

На першому етапі цифрової діагностики критично важливим є системний аналіз параметрів за допомогою професійних сканерів та інтерфейсів зв'язку, що підтримують протоколи SAE J1939 (стандарт для комерційної та сільськогосподарської техніки). Замість простого зчитування зафіксованих кодів несправностей, методика передбачає моніторинг динамічних параметрів у реальному часі (Data Stream):

1. Engine Load (Відсоток навантаження на двигун): Для важких польових робіт оптимальний показник завантаження має перебувати в межах 80–90%. Робота поза цим діапазоном свідчить про неправильний підбір робочих швидкостей або передавальних чисел трансмісії.

2. Desired vs Actual Rail Pressure (Заданий та фактичний тиск у паливній рамні): Невідповідність між цими показниками понад 3–5 МПа вказує на прихований знос дозувального клапана ТНВД (MProp) або витік через зливні магістралі форсунок, що веде до погіршення якості розпилення палива і, як наслідок, до неповного його згоряння.

3. Fuel Rate (Миттєва витрата палива): Аналізується у співвідношенні з поточною швидкістю руху та буксуванням рушіїв через внутрішню мережу трактора.

Важливе місце посідає контроль фізичного стану та чистоти передачі даних по шині CAN (Controller Area Network). Наявність паразитного опору в контактах роз'ємів, мікропошкоджень проводки або відсутність узгоджувальних резисторів (термінаторів 120 Ом) спричиняє спотворення цифрових пакетів. Це призводить до затримок у координації між ECU двигуна та TCU (блоком керування трансмісією Powershift чи CVT), викликаючи некоректні перемикання передач і невіправдані стрибки обертів колінчастого вала під навантаженням.

2. Поглиблений інструментальний аналіз сигналів за допомогою цифрового осцилографа

Бортова діагностика трактора оцінює сигнали датчиків за усередненими або граничними значеннями напруги. Проте швидкоплинні процеси та фазові зсуви, які безпосередньо впливають на ККД згоряння паливної суміші, можна виявити лише за допомогою багатоканального цифрового осцилографа (мотор-тестера).

Синхронізація валів та кут випередження впорскування

Зняття одночасних осцилограм з датчика положення колінчастого вала (ДПКВ, індукційного або на ефекті Холла) та датчика положення розподільного вала (ДПРВ) дозволяє оцінити динамічну точність взаємодії ГРМ. Знос шестерень приводу або мікроскопічний люфт шпонкових з'єднань призводить до фазового зсуву сигналів. Як результат, ЕБУ некоректно вираховує базову точку відліку для початку впорскування палива (SOI — *Start of Injection*). Зсув моменту впорскування навіть на 1–2° від оптимального кута викликає:

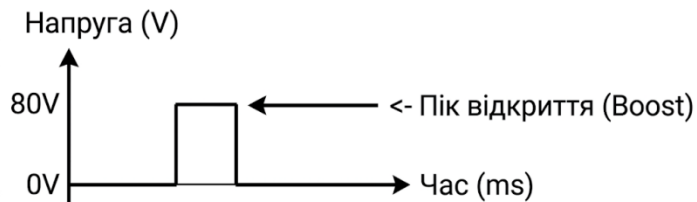
- ✓ при запізненні — догоряння палива на такті випуску, підвищення температури вихлопних газів (EGT) та перевитрату палива;
- ✓ при випередженні — жорстку роботу двигуна, зростання пікового тиску в циліндрі та критичні навантаження на поршневу групу.

Лінійність сигналів повітряного тракту

Аналіз сигналу датчика тиску наддуву (MAP) та масової витрати повітря (MAF) в динаміці під навантаженням дозволяє зафіксувати «просадки» або затримки реакції турбокомпресора (особливо з технологією змінюваної геометрії VGT). Якщо датчик має внутрішній дефект і знижує вихідну напругу на високих частотах обертів, ЕБУ штучно обмежує паливоподачу, знижуючи крутний момент. Механізатор змушений переходити на понижені передачі, що збільшує питому витрату палива на гектар.

Електрична діагностика форсунок

Осцилограма струму та напруги керування форсунками *Common Rail* дозволяє оцінити стан електромагнітного соленоїда або п'єзоелемента.



Аналіз форми струмового сигналу (фаза пікового струму для швидкого підняття голки, фаза утримання) дає змогу виявити міжвиткове замикання котушки форсунки, підclinювання анкера або знос мультиплікатора. Наявність відхилень спотворює розділене впорскування (пілотне, основне, фінішне), що унеможлиблює досягнення паспортних показників паливної ефективності двигуна.

3. Рекалібрування паливних карт ECU під специфіку важких польових робіт

Заводське програмне забезпечення сучасних імпортованих тракторів орієнтоване на універсальність та виконання жорстких екологічних стандартів (Stage IV / Stage V / Tier 4 Final) за рахунок ускладнення систем рециркуляції (EGR), селективної каталітичної нейтралізації (SCR) та сажових фільтрів (DPF). Для оптимізації техніки під специфіку українського агросектору та конкретні види енергомістких робіт доцільно проводити інженерний чіп-тюнінг - рекалібрування внутрішніх матриць ЕБУ.

Алгоритм оптимізації паливних карт

1. Зміна карти запиту крутного моменту (*Driver Wish Map*):

Переформатування відгуку на педаль/ручку акселератора для згладжування перехідних режимів і недопущення різких коливань паливоподачі під час подолання неоднорідностей ґрунту.

2. Оптимізація карти обмеження по димності (*Smoke Limiter*):

Корекція співвідношення повітря та палива (лямбда) з метою забезпечення повного згоряння суміші в циліндрах у момент різкого зростання навантаження, без надмірного збагачення суміші.

3. Корекція карти кута випередження впорскування (*SOI*):

Адаптація під реальні фізико-хімічні властивості вітчизняного дизельного палива (зокрема, з урахуванням його цетанового числа). Збільшення ККД

досягається шляхом оптимізації моменту досягнення пікового тиску газів у циліндрі (близько 10–12° після верхньої мертвої точки).

Окремим практичним завданням є узгодження оптимізованих характеристик двигуна з трансмісією. Завдяки підвищенню крутного моменту в зоні низьких та середніх обертів (1400–1600 об/хв), інтелектуальні системи керування трансмісією отримують можливість раніше переходити на вищі передачі під час оранки чи культивування. Це реалізує концепцію «*Downspeeding*» — виконання тієї ж корисної роботи при суттєво менших обертах колінчастого вала, що безпосередньо знижує питому витрату палива г/(кВт·год).

4. Практичні результати та техніко-економічне обґрунтування

Для підтвердження викладених теоретичних положень було проведено експериментальне дослідження на базі умовного виробничого кейсу експлуатації трактора потужністю 300 к.с. (класу John Deere 8R або Case IH Magnum 310) під час виконання операції глибокого розпушування на глибину 30–35 см.

До проведення комплексу робіт з цифрової діагностики та recalібрування паливних карт середня витрата палива на вказаній технологічній операції становила 22,0 л/га. Під час первинного сканування шини CAN та зняття осцилограм було виявлено заниження показників датчика тиску наддуву на 0,15 бар через мікротріщину в патрубку інтеркулера, що призводило до незначного збагачення суміші, та деградацію запірного клапана паливної рампи.

Після усунення механічних дефектів повітряного тракту, заміни клапана системи *Common Rail* та проведення програмної оптимізації карт крутного моменту ЕБУ було зафіксовано такі експлуатаційні показники (Таблиця 1).

Таблиця 1 - Порівняльні показники роботи трактора до та після цифрової оптимізації

<i>Найменування показника</i>	<i>До оптимізації</i>	<i>Після оптимізації</i>	<i>Зміна, %</i>
Робочі оберти двигуна під навантаженням, об/хв	1850	1550	-16,2%
Середня робоча швидкість агрегату, км/год	8,2	8,9	+8,5%
Питома витрата палива, л/га	22,0	19,5	-11,3%
Годинна продуктивність агрегату, га/год	2,4	2,6	+8,3%

Економічний ефект від впровадження даного інженерного підходу розраховується на умовну площу обробітку в 1000 га:

$\Delta V = (22,0 - 19,5) \times 1000 = 2500$ літрів дизельного палива. літрів дизельного палива.

Враховуючи ринкову вартість дизельного палива, сумарна економія за один сезон лише на одній технологічній операції повністю перекриває капітальні витрати на придбання сертифікованого діагностичного обладнання та проведення програмних робіт, одночасно знижуючи екологічне навантаження на навколишнє середовище за рахунок зменшення викидів CO₂ та сажі.

Висновки

1. Сучасна практична агроінженерія вимагає повного переходу від традиційних методів ремонту і технічного обслуговування « за фактом поломки» до високотехнологічної предиктивної та інструментальної цифрової діагностики електронних систем.

2. Комп'ютерне сканування CAN-шини у поєднанні з глибоким аналізом фізичних сигналів датчиків через цифровий осцилограф (мотор-тестер) дозволяє виявити латентні мікродефекти паливної та повітряної систем, які безпосередньо впливають на перевитрату пального, ще до моменту виходу вузлів з ладу.

3. Індивідуальне recalібрування паливних карт ЕБУ з урахуванням специфіки важких польових робіт забезпечує реальну економію дизельного палива на рівні 10–12% та підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів на 7–9% за рахунок оптимізації крутного моменту в зоні низьких обертів двигуна.

4. Процес підготовки майбутніх фахівців зі спеціальності «Агроінженерія» у закладах вищої та фахової передвищої освіти повинен обов'язково інтегрувати вивчення сучасних засобів комп'ютерної діагностики, архітектури автомобільних ЕБУ, навичок роботи з мотор-тестерами та спеціалізованим інженерним софтом.

Література:

1. Діагностика електрообладнання та електронних систем автомобілів і тракторів: підручник / ред. К. П. Безпалько. — К. : Агроосвіта, 2019. — 340 с.
2. Погорілий В. В. Випробування сільськогосподарської техніки та систем точного землеробства: монографія / В. В. Погорілий. — Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2021. — 288 с.
3. European Stage V Emission Standards for Compression Ignition Engines. *DieselNet Technology Guide*, 2022. URL: https://dieselnet.com/tech/es_stage.php

КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ У ВИРОБНИЦТВІ СІЛЬГОСПТЕХНІКИ - МАЙБУТНЄ СІЛЬГОСПМАШИНОБУДУВАННІ.

Олександр ГРИНЬ

здобувач освіти ОПП Агроінженерія

Володимир-Волинський фаховий коледж

Тихін БАЛЛА

викладач

Володимир-Волинський фаховий коледж

Сільське господарство, що є ключовою галуззю багатьох економік, швидко адаптується до новітніх технологій з метою підвищення продуктивності та сталого розвитку. Однією з інноваційних технологій, що змінює традиційні підходи до виробництва сільгосптехніки, є використання. Наразі метал є основним матеріалом у виробництві сільгоспмашин через свою міцність, стійкість до зношування та значного терміну експлуатації. Втім, використання композитних матеріалів, таких як вуглецеві волокна, скловолокно та арамідні волокна та термопласти відкриває широкі можливості для поліпшення якості та продуктивності сільгосптехніки.

Які переваги композитних матеріалів у сільгосптехніці: Легкість та вага. Композитні матеріали мають значно меншу густину порівняно з металом, що дозволяє створювати легкі та маневрені сільгоспмашини. Це полегшує транспортування та зменшує енергозатрати в сільському господарстві. Стійкість до корозії. Композитні матеріали мають високу стійкість до корозії, що дозволяє значно збільшити термін служби сільгосптехніки навіть у вологих або агресивних середовищах. Гнучкість у дизайні. Використання композитних матеріалів дозволяє створювати складні форми та конструкції, що забезпечує більш ефективне використання сільгоспмашини в різних умовах роботи. Міцність. Деякі типи композитних матеріалів, зокрема вуглецеві волокна, мають надзвичайно високу міцність, що дозволяє створювати дуже ефективні та стійкі робочі органи сільгоспмашин.

Поширені композитні матеріали для використання у виробництві сільгосптехніки

У світі існує кілька типів композитних матеріалів, які знайшли широке застосування в різних галузях, включаючи авіацію, автомобілебудування, морську промисловість та сільське господарство. Найбільш розповсюджені типи композитних матеріалів для сільгоспмашинобудування:

Вуглецеві волокна (CFRP).

Вони є одними з найпоширеніших композитних матеріалів, використовуваних у високотехнологічних галузях, таких як авіаційна і автомобільна промисловість і в сільському господарстві. Вуглецеві волокна для робочих органів. Виготовлення плугів та інших робочих органів з вуглецевих волокон дозволяє забезпечити високу міцність та стійкість до зношування при великих навантаженнях на ґрунт.

Скловолокно (GRP). Цей тип композитів використовується у виробництві різноманітних продуктів, включаючи автомобільні деталі, судна, спортивні товари та інші вироби. Вони мають високу міцність та добре витримують вплив корозії, що робить їх популярними у багатьох галузях в тому числі і в сільському господарстві.

Арамідні волокна (армовані полімери). Ці композити відомі своєю високою міцністю та відмінними амортизаційними властивостями. Вони широко використовуються у виробництві захисного спорядження, бронежилетів, а також у виробництві автомобільних деталей для забезпечення безпеки пасажирів. Деякі деталі сільгосптехніки з металу можуть бути замінені на деталі з армованих полімерів.

Натуральні волокна. До них відносяться такі матеріали, як бамбук, коноплі, льон та інші. Ці композити використовуються в упаковці, будівництві, автомобільній промисловості та інших галузях. Вони відзначаються своєю екологічною придатністю та низьким впливом на довкілля. Для сільського господарства використовуються переважно у вигляді тари та упаковки.

Епоксидні смоли. Ці смоли використовуються як матриці для багатьох видів композитів. Вони відомі своєю високою міцністю та хімічною стійкістю, що робить їх популярними в багатьох промислових застосуваннях, включаючи авіаційну та автомобільну промисловість, будівництво та інші галузі.

Термопластичні композити. Термопластичні композити мають високу міцність та добре витримують вплив зовнішніх факторів, таких як удари, тиск та корозія. У сільгоспмашинобудуванні термопластичні композити можуть використовуватись для створення легких, міцних та еластичних деталей, що витримують великі навантаження при обробці ґрунту та інших сільськогосподарських роботах. Прикладом є використання таких термопластів як Текрон для виробництва відвалів плугів. Ці типи композитних матеріалів використовуються в різних галузях і продовжують знаходити нові застосування, що свідчить про значний потенціал для подальшого розвитку і впровадження у виробництво сільгосптехніки.

Скловолокно для облицювання кузовів. Використання скловолокна для облицювання кузовів сільгоспмашин дозволяє зменшити вагу машини та зберегти її міцність, що сприяє збільшенню продуктивності та зниженню витрат на паливо. Використання композитних матеріалів у виробництві сільгосптехніки відкриває широкі перспективи для підвищення продуктивності та сталого розвитку аграрного сектору.

ОСОБЛИВОСТІ В КРИТЕРІЯХ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ВПЛИВІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ СУЧАСНИХ АТП

Шелест М.С.

Здобувач освіти ОПП «Автомобільний транспорт»

Роман ОПЕЙДА викладач

Володимир-Волинський фаховий коледж

Планове та вчасно регламентоване технічне обслуговування автомобілів — це не формальність, а ключовий елемент безпеки та стабільної роботи транспортного бізнесу. Будь-який збій у роботі системи, двигуна, гальмівної системи чи фар може призвести до аварії або дорогого простою. Технічне обслуговування дозволяє вчасно виявити потенційні несправності, попередити серйозні поломки й заощадити кошти на ремонті. Важливо розуміти: технічний огляд — це не разова акція та не процедура «за потребою». Саме навпаки — регулярний плановий огляд авто дозволяє уникнути відвідувань станцій технічного обслуговування через несподіваний вихід з ладу вузлів та деталей автомобіля. Технічне обслуговування транспортного засобу — це профілактичний захід, огляд, який дозволяє вчасно виявити проблеми авто та усунути їх з мінімальними витратами. Ремонт у будь-якому випадку обійдеться дорожче, ніж своєчасна заміна чи проста планова діагностика.

Крім того, справний легковий автомобіль чи вантажівка відповідає вимогам законодавства, що особливо важливо для перевізників, які працюють у міжнародних рейсах: відсутність технічних проблем допомагає уникати штрафів та затримок на кордоні.

Не менш значущим є економічний аспект. Вчасне проведення технічного обслуговування напряду впливає на витрату пального, зношування шин та гальмівних колодок. Технічно справний двигун і ходова частина працюють ефективніше, що знижує експлуатаційні витрати. У сучасних умовах високої конкуренції це може стати вирішальною перевагою для транспортної компанії, яка бореться за рентабельність перевезень.

Виробники сучасних автомобілів встановлюють свою періодичність ТО. Нумерація по класифікації проводиться через певні проміжки часу (пробігу): від ТО-1 до ТО-10 (12). У ряду виробників легкових автомобілів з'явилась операція ТО-0, що виконується одноразово через 2...3 тис. км. після введення автомобіля в експлуатацію.

Тобто, для легкових автомобілів види і нумерація ТО виглядає таким чином:

- щоденне обслуговування (ЩТО);
- обслуговування ТО-0: (після 2,5тис км спочатку експлуатації);
- періодичне обслуговування: ТО-1(10тис); ТО-2(20тис); ТО-3(30тис.)...
- сезонне обслуговування (СО): один або два рази на рік.

Регламент технічного обслуговування, між сервісні інтервали і зміст

операцій по кожному виду ТО визначаються заводом виробником і вказуються в сервісній книжці.

Періодичність технічного обслуговування для легкових автомобілів автомобілів приведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Періодичності ТО легкових автомобілів,

Марка автомобіля		ТО-0	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-4	ТО-5	ТО-6	ТО-7	ТО-8	ТО-9	ТО-10
Opel Vivaro III	міс		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
	км.	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Технічне обслуговування для сучасних автомобілів модельного ряду DAF, MAN, SCANIA, IVECO, MERCEDES, MAZ класу Євро-5, Євро-6 введено єдине технічне обслуговування і групи технічного обслуговування (таблиця 2) [2]:

Таблиця 2 - Періодичності виконання ТО для автомобілів Євро-5, Євро-6

Вид ТО	Група А (легкі умови)	Група В (середні умови)	Група С (важкі умови)	
1	X-Service	через 70-80 000 км	через 50-60 000 км	через 40 000 км
2	Y-Service	160000 км	120000 км	80000 км
3	Z-Service	Один раз в рік	Один раз в рік	Один раз в рік

Технічне обслуговування для сучасних автомобілів модельного ряду DAF, MAN, SKANIA, IVECO, MERCEDES в основний період експлуатації має такі ж види як і доля вітчизняних автомобілів, однак відрізняється збільшеними між сервісними інтервалами.

Технічне обслуговування автомобіля КраЗ в основний період експлуатації виконується [4]:

- ТО-1 - технічне обслуговування № 1, виконується через кожні 4000км;
- ТО-2 - технічне обслуговування № 2 - виконується через кожні 16000 км.
- Сезонне технічне обслуговування - СО - виконується два рази на рік

Технічне обслуговування автомобіля модельного ряду DAF в основний період експлуатації виконується [4]:

- ТО-1 - технічне обслуговування № 1, виконується через кожні 4000км;
- ТО-2 - технічне обслуговування № 2 - виконується через кожні 40-60000 км.
- Сезонне технічне обслуговування - СО - виконується два рази на рік

Аналізуючи, вищевказану інформацію, виникає доречне запитання - з якою ж періодичністю найкраще проводити технічне обслуговування автомобіля? Тут все залежить від віку автомобіля та деяких інших факторів. Якщо вантажний автомобіль має гарантійний сервісний термін використання (перші 3-5 років), то сервісне обслуговування потрібно проводити в терміни, встановлені дилером. Для вживаних автомобілів (5 і більше років експлуатації), між-сервісний інтервал вибирають самі власники, керуючись дилерською документацією, щодо проведення то і ремонту колісного транспортного засобу у відповідності до марочного та модельного ряду.

Розрахунок кількості технічних впливів базується на так званому цикловому методі, котрий передбачає визначення кількості обслуговувань за період до капітального ремонту. Даний метод використовувався в вітчизняній практиці. На сьогоднішній день цей метод неприйнятний, так як практично всі виробники не передбачають для автомобілів капітального ремонту. Та і авторемонтних заводів, де раніше виконувались такі ремонти згідно відповідних технологій, в даний час вже не існує. Однак, значна частина автомобілів, яка використовується в Україні, придбана за кордоном після того, як вони вже відходили значну частину свого ресурсу.

Для проведення дослідження, щодо розрахунку періодичності проведення технічного обслуговування, в залежності від умов експлуатації та використання сучасних колісних транспортних засобів, було використано АТП на базі підприємства **Avesterra Group**, де здобувачі освіти Володимир-Волинського фахового коледжу проходять виробничу практику і здобувають цінний досвід у напрямку ремонту, технічного обслуговування та експлуатації автомобілів та відповідного обладнання. **Avesterra Group** - підприємство з багаторічною історією та командою професіоналів, які віддані справі і вирощують якісну та корисну курятину, щоб кожна українська сім'я могла смакувати натуральне м'ясо птиці. Основний модельний ряд автомобілів, які використовуються для перевезення об'ємних та сипучих вантажів складають автомобілі марки DAF XF (105, 106) з напівпричепами цистернами для перевезення сипучих вантажів, напівпричепами тентами та рефрижераторами, для перевезення напівфабрикатів та готової продукції.

Кількість ТО розраховують математично, для кожної моделі автомобілів окремо, за сумарним річним пробігом. Спочатку розраховують коефіцієнт технічної готовності парку по формулі:

$$a_T = 1 / (1 + l_{ed} d_{top}) \quad (1)$$

де: l_{ed} - середньодобовий пробіг автомобіля, км,

d_{top} - нормативний простій в ТО і ремонті, дні/1000км.

Розрахунок коефіцієнта випуску парку виконують по формулі:

$$a_B = a_T D_p K_B / D_k \quad (2)$$

де: K_B - коефіцієнт, що враховує простої технічно справних автомобілів,

D_p - кількість днів роботи парку в рік;

D_k - кількість календарних днів в році.

Далі визначається пробіг автомобілів кожної моделі АТП за рік по формулі:

$$L_p = I_{ed} D_k \cdot A_{cn} \cdot a_b, \text{ км} \quad (3)$$

де: A_{cn} - облікова кількість автомобілів кожної моделі, шт

Тоді кількість обслуговувань визначиться як:

$$N_{TO} = L_p / L_{TO} \quad (4)$$

де: L_{TO} - вибраний і відкоректований пробіг між ТО автомобілів даної моделі.

Якщо для даних автомобілів передбачено два види ТО, то спочатку розраховується кількість ТО вищої складності (з більшим пробігом між ТО), а потім кількість ТО меншої складності по формулі:

$$N_{TO-1} = (L_p / L_{TO-1}) - N_{TO-2} \quad (5)$$

Отриману кількість ТО потрібно заокруглити до цілого числа.

Кількість щоденних обслуговувань визначиться:

$$N = L_p / L_{ed} \quad (6)$$

Потрібно врахувати, що фактично в багатьох автопідприємствах ЩТО не виділяється в окрему групу робіт, а виконується водіями самостійно після повернення з лінії. В такому випадку враховувати їх не потрібно.

А число сезонних обслуговувань залежить від того, виконуються вони раз чи два рази в рік і становитиме

$$N_{co} = A_{cn}, \text{ або } 2 A_{cn}$$

Сезонне обслуговування не виділяється, як окремий вид і виконується разом із черговим ТО [6].

Дані розрахунків, внесено до таблиці 3

Таблиця 3 – Розрахунок помісячного графіку технічного обслуговування автомобілів марки DAF XF 105 ($A_{cn} = 15$ од., $L_{co} = 450$ км, $D_k = 358$)

Місяць	Щоденне (N)	X-Service (40 тис. км)	Y-Service (80 тис. км)	Z-Service (1 раз/рік)
<i>Січень</i>	375	3	1	2
<i>Лютий</i>	375	2	1	1
<i>Березень</i>	375	2	1	1
<i>Квітень</i>	375	2	1	1
<i>Травень</i>	375	2	1	1
<i>Червень</i>	375	2	1	1
<i>Липень</i>	375	2	1	1
<i>Серпень</i>	375	2	1	1
<i>Вересень</i>	375	2	1	1
<i>Жовтень</i>	375	2	1	1
<i>Листопад</i>	375	2	0	3
<i>Грудень</i>	370	3	0	3
Всього	4495	26	10	15

У кожную машину, вузол та агрегат конструкторами закладено певний ресурс роботи. Він залежить від різних факторів як внутрішніх, так і зовнішніх. Це якість металу, сорт палива, умови роботи, режими експлуатації та багато іншого. Для автомобілів за одиницю ресурсу прийнято пробіг у кілометрах – коли

автомобіль використовується в звичайних умовах експлуатації. Проте на підприємстві **Avesterra Group**, для перевезення сипучих вантажів (кормів) використовується напівпричепи-цистерни. Вивантаження сипучих кормів, згідно технологічного процесу, проводиться на нерухомому автомобілі, при увімкненому двигуні з обертами вищими від обертів холостого ходу, для приведення від валу відбору потужності насоса для переміщення вище вказаних сипучих кормів. В зв'язку з цим, при розрахунках періодичності проведення технічного обслуговування, необхідно враховувати не тільки пробіг автомобіля, а й час, коли він здійснює завантаження чи вивантаження кормів. Для цього необхідно використовувати, додатково, іншу одиницю використання ресурсу - мотогодини.

Мотогодини відображають реальний ресурс двигуна, враховуючи не лише час роботи, а й оберти колінчастого вала, навантаження та фактичний знос. На відміну від пробігу автомобіля в кілометрах, вони демонструють, скільки двигун пропрацював під реальним навантаженням — від холостого ходу до максимальної потужності. Колінчастий вал обертається з певною швидкістю, і саме кількість обертів визначає знос поршнів, підшипників і циліндрів. При номінальних 1500–1600 об/хв за годину двигун «відпрацьовує» одну повноцінну мотогодину. На холостому ході знос менший, а при максимальному навантаженні — значно більший.

Для фіксування мотогодин (роботи компресора, насоса) використовують відповідні формули з часом та обертами двигуна, GPS-моніторинг, дані отримані через діагностичну мережу автомобіля OBD2.

Розрахунок мотогодин допомагає вчасно замінювати моторну оливу, уникати поломок і правильно оцінювати використання техніки. Один автомобіль може напрацювати 100 мотогодин за певний період часу, тоді як інший — лише 50, хоча регламентні пробіги (км) для проведення ТО однакові.

Для автомобілів коефіцієнт переведення пробігу в мотогодини прийнятий у такій пропорції – 15 000 км пробігу дорівнюють 200 мотогодин. Розрахунок приблизний, тому що ресурс двигуна сильно залежить від обертів колінчастого вала та навантаження.

Основна формула, яку використовують для розрахунків, базується на обертах колінчастого вала. Одна мотогодина дорівнює 96 000 обертам. Дане значення можна отримати: номінальні 1600 об/хв помножити на 60 хвилин.

Для обрахунку кількості мотогодин роботи двигуна автомобіля DAF XF105 при вивантаженні сипучих кормів з напівпричепи-цистерни WELGRO 90XL33-24 беруться значення одного заїзду на спеціалізований комплекс вирощування та утримання курей:

$$M = (n \times t) / n_{\text{ном}}, \quad (7)$$

де M — мотогодини,

n — фактичні оберти за хвилину, (900 об/хв)

t — час вивантаження бункерів напівпричепи-цистерни, (72хв)

$n_{\text{ном}}$ — номінальні оберти двигуна (1200 об/хв)

$$M = (900 \cdot 1.2) / 1200 = 0,9 \text{ мото год}$$

За одну зміну DAF XF105+ WELGRO 90XL33-24 здійснює 4 рейси, а тому

двигун додатково напрацьовує 3.6 мотогодин.

У відповідності до регламенту X-Service проводиться через кожні 50-60000 км, що відповідає приблизно 4 місяцям роботи. Тому при інтенсивному використанні DAF XF105+ WELGRO 90XL33-24, за вказаний період часу буде мати напрацювання 403,2 мотогодини. Коефіцієнт переведення пробігу в мотогодини прийнятий у такій пропорції – 15 000 км пробігу дорівнюють 200 мотогодин. Таким чином додаткове напрацювання двигуна за період регламенту X-Service буде складати 30240 км.

Отже, необхідно належно враховувати регламенти проведення ТО автомобілів, оскільки при інтенсивному використанні DAF XF105+ WELGRO 90XL33-24 X-Service (середні умови експлуатації) необхідно проводити не за запланованими 50000 км пробігу, а за врахуванням фактичного напрацювання, що в кінцевому результаті складає 20000 км пробігу.

Список використаних джерел

1. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. - К.: Міністерство транспорту України, 1998. - 17 с. (в редакції зі змінами 2026 року)
2. <https://www.daf.ua/service/tech-serv/>
3. <https://maz-auto.info/normativno-texnicheskaj-a-dokumentacija/periodichnost-texnicheskogo-obsluzhivaniya-dlja-avtomobilej-maz/>
4. <https://banga.ua/pages/zapchasti-kraz-dokumentatsiya/rukovodstvo-po-jekspluatacii-avtomobil-sedelnyj-kraz-6443/203-vidi-i-pereodichnost-tehnicheskogo-obsluzhivaniya>
5. <https://www.man.ua/service/tech-serv/>
6. Лудченко О. А. технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Організація і управління: підручник. К.: Знання-Прес, 2004. 478 с.

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ MINI-TILL У СУЧАСНОМУ РОСЛИННИЦТВІ

Олександр ДУШУК

здобувач освіти ОПП Агроінженерія
Володимир-Волинський фаховий коледж

Ігор ВАВРИНЮК

викладач

Володимир-Волинський фаховий коледж

Сучасне сільськогосподарське виробництво потребує впровадження технологій, які дозволяють зменшити витрати пального, трудових ресурсів та зберегти родючість ґрунту. Одним із найбільш ефективних напрямів розвитку аграрної галузі є застосування ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту. Особливу увагу сьогодні приділяють технології Mini-Till, яка поєднує економічність, екологічність та високу продуктивність. Використання даної технології дозволяє значно скоротити кількість проходів техніки по полю та знизити витрати на вирощування сільськогосподарських культур.

Технологія Mini-Till передбачає мінімальний механічний обробіток ґрунту без повного перевертання пласта. Основним завданням такого способу є збереження структури ґрунту, вологи та рослинних решток на поверхні поля. Завдяки цьому зменшується ризик ерозії, покращується водний баланс та підвищується стійкість ґрунту до ущільнення. Крім того, на поверхні поля залишається мульча, яка захищає землю від перегрівання та пересихання.

Однією з головних переваг Mini-Till є економія пального. При традиційному обробітку використовується велика кількість техніки та операцій, серед яких оранка, культивація, боронування та передпосівний обробіток. Мінімальна технологія дозволяє скоротити ці операції, що значно знижує навантаження на трактори та іншу техніку. У результаті господарства можуть економити до 30–40 % дизельного пального, що є особливо актуальним в умовах постійного зростання цін на енергоресурси.

Важливою перевагою технології є також збереження родючості ґрунту. Постійне інтенсивне переорювання негативно впливає на мікрофлору та структуру орного шару. При використанні Mini-Till у ґрунті зберігається більше органічних речовин, активніше розвиваються корисні мікроорганізми та дощові черв'яки. Це сприяє природному покращенню структури ґрунту та підвищує його біологічну активність. У довгостроковій перспективі така технологія позитивно впливає на врожайність культур.

Для впровадження технології Mini-Till використовують сучасні комбіновані агрегати, які можуть одночасно виконувати декілька операцій. До таких машин належать дискові борони, глибокорозпушувачі, стерньові культиватори та посівні комплекси. Сучасна техніка дозволяє якісно обробляти ґрунт навіть при великій кількості рослинних решток. Крім того, використання навігаційних систем GPS допомагає уникати перекриттів під час роботи та забезпечує точність виконання технологічних операцій.

Технологія Mini-Till широко застосовується у багатьох країнах світу та поступово набуває популярності в Україні. Особливо ефективною вона є в регіонах із недостатнім зволоженням, де важливо максимально зберегти ґрунтову вологу. Українські аграрні підприємства все частіше переходять на мінімальний обробіток ґрунту через його економічну вигідність та можливість зменшення виробничих витрат. Практика показує, що за правильного дотримання технології господарства отримують стабільні врожаї навіть у складних кліматичних умовах.

Разом із перевагами технологія Mini-Till має і певні особливості використання. Для ефективної роботи необхідно правильно підбирати техніку, дотримуватися сівозміни та контролювати рівень забур'яненості полів. Також важливим є професійний підхід до налаштування машин і вибору глибини обробітку. Недотримання технологічних вимог може призвести до ущільнення ґрунту або нерівномірного розподілу рослинних решток.

Отже, технологія Mini-Till є перспективним напрямом розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва. Її використання дозволяє зменшити витрати пального, зберегти родючість ґрунту, підвищити ефективність роботи техніки та забезпечити екологічну безпеку агровиробництва. У сучасних умовах ресурсозбереження та раціональне використання природних ресурсів стають одним із головних завдань аграрної галузі, тому впровадження мінімального обробітку ґрунту має важливе значення для подальшого розвитку сільського господарства.

Використані джерела

1. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Ресурсозберігаючі технології в агровиробництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minagro.gov.ua> - Назва з екрана.
2. John Deere. Технології мінімального обробітку ґрунту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deere.com> - Назва з екрана.
3. CLAAS. Сучасні системи обробітку ґрунту та ресурсозбереження [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.claas.com> - Назва з екрана.
4. Agroexpert. Технологія Mini-Till та її переваги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroexpert.ua> - Назва з екрана.
5. Kurkul.com. Мінімальний обробіток ґрунту в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kurkul.com> - Назва з екрана.
6. Fendt. Ефективне використання сільськогосподарської техніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fendt.com> - Назва з екрана.
7. Agronews. Ресурсозберігаючі технології в сучасному землеробстві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agronews.ua> - Назва з екрана.

ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ У СУЧАСНИХ МАШИНАХ

Олександр ДАЦЮК

Здобувач освіти ОПП «Агроінженерія»
Володимир-Волинський фаховий коледж

Ольга САМОЛЬЯНОВА

викладач

Володимир-Волинський фаховий коледж

Шановна аудиторіє! Сьогодні важко уявити хоча б один складний механізм — від смарт-годинника до космічної ракети — без елементів, які передають рух. Механічні передачі є «м'язами та суглобами» сучасного машинобудування.

Двигуни нового покоління (екологічні ДВС, електродвигуни, турбіни) зазвичай працюють на дуже високих обертах. Проте робочим органам машин — колесам автомобіля, руці робота чи лопатям міксера — потрібна зовсім інша швидкість і значно більша сила. Саме механічні передачі узгоджують роботу двигуна із робочим органом, змінюючи швидкість, напрямок руху та крутний момент.

Еволюція та класифікація передач у ХХІ столітті

Сучасна інженерія поділяє передачі на дві великі групи: зачеплення (де немає проковзування) та тертя. Давайте поглянемо, як змінилися класичні види передач під впливом нових технологій:

Зубчасті передачі (циліндричні, конічні, планетарні)



Сьогодні: Завдяки комп'ютерному моделюванню профілю зуба та лазерному шліфуванню їхній ККД сягає 98–99%. Вони стали майже безшумними. Планетарні передачі зараз масово використовуються в мотор-колесах електровелосипедів та редукторах сучасних електромобілів завдяки своїй компактності.

- **Черв'ячні передачі**



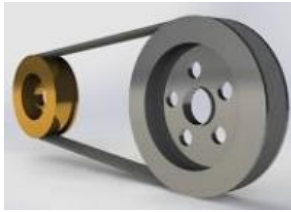
Сьогодні: Їх головна фішка — величезне зниження швидкості в одному вузлі та ефект самогальмування (вихідний вал неможливо прокрутити назад). Зараз вони незамінні в ліфтах, підйомниках та регуляторах систем опалення, де безпека є критичною.

Хвильові передачі



Сьогодні: Це вершина сучасної точної механіки. Вони використовують гнучке деформоване зубчасте колесо. Забезпечують фантастичну точність без люфтів. Саме вони є основою суглобів сучасних промислових роботів-маніпуляторів та медичних роботів-хірургів.

Гнучкі передачі (пасові та ланцюгові)



Сьогодні: Сучасні паси (ремені) армують вуглеволокном (карбоном), тому вони витримують колосальні навантаження і часто замінюють ланцюги навіть у мотоциклах та ГРМ автомобілів, працюючи абсолютно тихо і без змащення.

Де працюють механічні передачі сьогодні?

Попри цифровізацію, залізо залишається залізом. Розглянемо ключові сфери, де без механічних передач рух зупинився б:

Електромобілі та зелений транспорт. Багато хто думає, що в електромобілі немає коробки передач. Це міф. Там стоїть високоефективний одно- або двоступеневий циліндричний редуктор. Оскільки електродвигун крутиться до 16 000 обертів за хвилину, редуктор знижує цю швидкість і збільшує тягу, дозволяючи машині плавно та динамічно прискорюватися.

Відновлювана енергія (Вітрогенератори). Величезні лопаті вітряка обертаються повільно (15–20 обертів на хвилину). Але генератору для виробництва електрики потрібно 1500 обертів. Для цього використовують гігантські редуктори-мультиплікатори, які працюють у зворотному напрямку — підвищують швидкість.

Робототехніка та дрони. У кожному суглобі робота-гуманоїда чи в приводі камери дрона стоять мікропередачі. Вони мають бути невагомими, але надзвичайно точними, щоб робот міг взяти яйце, не розчавивши його.

Авіація та космонавтика. Механізми випуску закрилків літака чи розгортання сонячних батарей супутників базуються на гвинтових та кулько-гвинтових передачах (КГП). Вони перетворюють обертання легкого моторчика на потужний лінійний рух.

Сучасні тренди та виклики

Куди рухається інженерна думка? Сьогодні перед конструкторами стоять три головні завдання:

Нові матеріали. Замість важкої сталі все частіше використовують титанові сплави, металокераміку, а в побутовій техніці та 3D-друці — високоміцні полімери (капролон, нейлон), які взагалі не потребують рідкого змащення.

Цифрові двійники та моніторинг. Сучасний редуктор промислового інкубатора чи турбіни оснащений датчиками вібрації та температури. Штучний інтелект аналізує ці дані та попереджає про знос шестерні ще до того, як вона зламається.

Екологічність. Створення передач, які потребують мінімум мастила, або використовують біорозкладні оливи, щоб зменшити забруднення довкілля.

Висновок



Отже, механічні передачі не просто не застаріли — вони переживають свій новий ренесанс. Без них неможлива автоматизація, робототехніка чи перехід на чисту енергію. Вони стали точнішими, легшими, тихішими та розумнішими, залишаючись фундаментом, на якому тримається весь рух нашої цивілізації. Дякую за увагу!

Список використаних джерел

1 **Павлище, В. Т.** (2020). Деталі машин: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: Новий Світ-2000.

(Класичне базове джерело з теорії розрахунку зубчастих, черв'ячних та гнучких передач).

2 **Корендій, В. М., & Каналш, О. В.** (2021). Особливості застосування та перспективи розвитку хвильових зубчастих передач у робототехнічних системах. Вісник машинобудування та транспорту, 2(14), 45-52. (Джерело для розділу про робототехніку та мікрокронну точність хвильових приводів).

РОЛЬ І РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН У СУЧАСНОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ

Михайло ЧЕСАК

Здобувач освіти ОПП «Агроінженерія»
Володимир-Волинський фаховий коледж
Сергій ХОМ'ЯК

викладач

Володимир-Волинський фаховий коледж

Постановка проблеми. Сільське господарство – одна з найдавніших галузей людської діяльності – зазнало кардинальних змін завдяки механізації. Сільськогосподарські машини стали основою сучасного агровиробництва, забезпечуючи високу продуктивність, точність і ефективність. У XXI столітті техніка не лише виконує фізичну роботу, а й інтегрується в цифрові системи управління господарством.

Основні матеріали дослідження. Сучасні системи землеробства включають інтенсивні (плодозмінна, просапна, зернопросапна), адаптивні (травопільна, ґрунтозахисна), органічні та інноваційні (no-till, точне землеробство) підходи.

Сільськогосподарські машини поділяються за функціональним призначенням: машини для обробітку ґрунту:

- плуги, борони, культиватори;
- сівалки та саджалки: точного висіву, зернові, овочеві;
- машини для догляду за посівами: обприскувачі, міжрядні культиватори;
- збиральна техніка: зернозбиральні, кормозбиральні, картоплюзбиральні комбайни;
- транспортні засоби: трактори, причепа, навантажувачі;
- машини для тваринництва: кормороздавачі, доїльні установки, гноєрозкидачі.

Ця класифікація дозволяє системно підходити до вибору техніки залежно від типу господарства.

Точне землеробство: цифрова трансформація. Впровадження ресурсозберігаючого землеробства передбачає великі початкові інвестиції для закупівлі сучасної техніки та обладнання, а також залучення нових фахівців [1].

Точне землеробство в Україні – це сучасний підхід до сільського господарства, який використовує GPS, супутникові знімки, дрони та інші технології для оптимізації витрат ресурсів, підвищення врожайності та покращення якості продукції. Цей метод дозволяє точно визначати потреби кожної ділянки поля в добривах, насінні та засобах захисту рослин, що призводить до економії коштів та раціонального використання ресурсів. Впровадження точного землеробства доступне як для великих агрохолдингів, так і для середніх та малих підприємств.

Інновації в агротехніці включають:

- GPS-навігацію - для точного проходження агрегатів;
- агродрони - для моніторингу посівів;

- датчики NPK - для аналізу ґрунту в реальному часі;
- системи змінної норми внесення - для оптимізації добрив.

GPS-навігація при вирощуванні використовується для точного керування сільськогосподарською технікою, що дозволяє оптимізувати роботу, зменшити витрати пального та підвищити врожайність. Вона забезпечує точне позиціонування на полі, документування обробки ділянок та моніторинг навантаження на агрегати.

Високотехнологічні дрони застосовують для широкого спектру агрооперацій. Вони пропонують низку переваг, таких як точне картографування, обприскування культур, моніторинг посівів та подальша обробка даних тощо. Таким чином дрони трансформують сільськогосподарську галузь завдяки використанню технологічних інновацій та сприяють оптимізації виробничих процесів [3].

Використання дронів у сільському господарстві дає кілька ключових переваг, які зменшують робочу силу та витрати в галузі. До прикладу, під час обробки посівів, дрони допомагають економити воду, зменшують використання людських та технічних ресурсів. Актуальним питанням під час обробки полів є використання води та її вчасне підвезення [3]. Ці технології дозволяють зменшити витрати на 15–30% і підвищити врожайність на 10–20%.

Економічна ефективність і окупність.

Використання сучасної техніки: скорочує витрати на ручну працю; зменшує втрати врожаю; підвищує якість продукції; забезпечує швидке повернення інвестицій (3–5 років).

За даними AgroAnalytics, фермери, які інвестували в точне землеробство, отримали приріст прибутку на 18% у перші два роки.

Сучасна техніка сприяє сталому землеробству: зменшує ущільнення ґрунту завдяки широким шинам; знижує викиди CO₂ через економічні двигуни; дозволяє точне внесення ЗЗР, зменшуючи хімічне навантаження.

Сучасні аграрні технології включають в себе використання точних систем обробки ґрунту, автоматизованих сівалок, спеціалізованих тракторів і машин для збору врожаю, що значно підвищують продуктивність і якість сільськогосподарських робіт. Завдяки інноваційним системам внесення добрив і засобів захисту рослин, вдається зменшити кількість хімічних обробок, що сприяє екологічності технології вирощування. Техніка, яка здійснює автоматизований контроль вологості та температури ґрунту, дозволяє точно визначити потреби рослин у воді та поживних елементах, що забезпечує ефективне використання ресурсів і підвищує врожайність [4].

Це відповідає принципам Європейського зеленого курсу та сприяє екологічній сертифікації продукції.

Попри переваги, існують виклики: висока вартість техніки; потреба в кваліфікованих операторах та складність обслуговування електроніки.

В умовах сучасного аграрного бізнесу, який постійно зіштовхується з новими викликами, таких як зміна клімату, обмеженість ресурсів, а також вимоги щодо підвищення ефективності, інноваційні технології стають необхідними для підтримки сталого розвитку сільського господарства.

Перспективи включають розвиток роботизованих машин, автономних тракторів, інтеграцію з ERP-системами господарств

Висновки. Сільськогосподарські машини – це не просто інструменти, а основа сучасного агробізнесу. Їх розвиток визначає ефективність, сталість і конкурентоспроможність аграрного сектору.

Інтеграція інновацій, цифрових технологій і сталих практик – ключ до майбутнього агровиробництва.

Список використаних джерел

1. Смакота Я. Точне землеробство в Україні: що це таке, особливості, як розпочати. Сайт <https://agroapp.com.ua/>. 24.12.2023. URL: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/tochne-zemlerobstvo-v-ukraini-shcho-ce-take-osoblivosti-yak-rozpochati/> (дата звернення: 15.10.2025).

2. Озеров Д. ТОП-5 найважливіших сільськогосподарських машин для сучасних фермерів: огляд ключових машин, необхідних для обробки землі та збору врожаю. Сайт <https://odysseus.com.ua/>. Рекомендації. 10.10.2024. URL: <https://odysseus.com.ua/top-5-naivazhlivishikh-silskogospodarskikh-mashin-dlya-suchasnikh-fermeriv/>(дата звернення: 02.10.2025).

3. Наружна Ю. Нюанси застосування дронів у господарствах: підсумки сезону. Головний журнал з питань агробізнесу "Пропозиція". Сайт <https://propozitsiya.com/ua>. Головна / Статті / Техніка та обладнання / Інше. 18.11.2024. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya-inshe/nyuansy-zastosuvannya-droniv-u-hospodarstvakh-pidsumky> (дата звернення: 08.10.2025).

4. Грушецький, Сергій & Небаба, Катерина. (2025). Інноваційна техніка для сучасного сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного Innovative technology for modern agricultural production in the cultivation of field peas. International Science Journal of Engineering & Agriculture. 4.C.3–961. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20250402.04>.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МАШИН ДЛЯ РОСЛИННИЦТВА І ТВАРИННИЦТВА

Парфьонов В.В.

здобувач освіти ОПП «Агроінженерія»
Володимир-Волинський фаховий коледж

Керівник Ткачук С.І.

Викладач Володимир-Волинський фаховий коледж

Сучасний розвиток аграрного сектору безпосередньо залежить від рівня механізації та автоматизації виробничих процесів. Використання сучасних машин у рослинництві й тваринництві дозволяє значно підвищити продуктивність праці, зменшити витрати ресурсів та покращити якість продукції. У зв'язку зі стрімким розвитком технологій особливого значення набуває впровадження інноваційної техніки, яка забезпечує ефективне виконання технологічних операцій і відповідає сучасним екологічним вимогам.

На сьогоднішній день у рослинництві активно застосовуються високопродуктивні трактори, сівалки точного висіву, обприскувачі з GPS-навігацією та сучасні зернозбиральні комбайни. Використання систем автоматичного керування дає можливість мінімізувати перекриття під час обробки ґрунту й внесення добрив, що дозволяє економити паливо та знижувати собівартість продукції. Особливо перспективним напрямом є технології точного землеробства, які базуються на використанні супутникових систем навігації, датчиків контролю та комп'ютерного аналізу даних.

Серед сучасних тенденцій розвитку машин для рослинництва важливе місце займає автоматизація процесів. У багатьох країнах світу вже використовуються безпілотні трактори та роботизовані комплекси для виконання польових робіт. Такі машини здатні працювати з мінімальним втручанням оператора, забезпечуючи високу точність виконання технологічних операцій. Крім цього, виробники техніки приділяють значну увагу екологічності машин, зменшенню шкідливих викидів та економії енергоресурсів.

Не менш важливим є розвиток машин і обладнання для тваринництва. Сучасні ферми оснащуються автоматизованими системами годування, напування та видалення гною. Значного поширення набули доїльні установки нового покоління, які дозволяють контролювати якість молока та стан здоров'я тварин. У великих господарствах використовуються роботизовані доїльні системи, що забезпечують підвищення продуктивності праці та зменшення впливу людського фактору.

Важливою тенденцією розвитку техніки для тваринництва є цифровізація виробництва. Використання спеціальних датчиків і програмного забезпечення дозволяє контролювати фізіологічний стан тварин, рівень споживання кормів та продуктивність. Завдяки цьому фермер може швидко реагувати на зміни й запобігати виникненню захворювань. Крім того, автоматизовані системи допомагають покращити умови утримання тварин та підвищити ефективність виробництва.

Перспективи розвитку машин для рослинництва і тваринництва пов'язані з подальшим впровадженням інформаційних технологій, штучного інтелекту та роботизації. Очікується збільшення кількості автономної техніки, здатної самостійно виконувати складні виробничі операції. Також важливим напрямом залишається використання альтернативних джерел енергії, зокрема електричних та гібридних двигунів.

Отже, сучасні машини для рослинництва і тваринництва відіграють важливу роль у розвитку аграрного виробництва. Їх удосконалення сприяє підвищенню продуктивності праці, економії ресурсів та покращенню якості продукції. Подальший розвиток техніки буде спрямований на автоматизацію, екологічність і цифровізацію виробничих процесів, що забезпечить ефективний розвиток сільського господарства.

Використані джерела

1. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Сучасні технології в агровиробництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minagro.gov.ua> – Назва з екрана.
2. John Deere. Інноваційні технології для рослинництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deere.com> – Назва з екрана.
3. CLAAS. Сучасна сільськогосподарська техніка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.claas.com> – Назва з екрана.
4. Agroexpert. Автоматизація аграрного виробництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroexpert.ua> – Назва з екрана.
5. Kurkul.com. Технології точного землеробства в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kurkul.com> – Назва з екрана.
6. Fendt. Інновації у сільськогосподарській техніці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fendt.com> – Назва з екрана.
7. Agronews. Розвиток машин для тваринництва та рослинництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agronews.ua> – Назва з екрана.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Вікторія БАРЧУК

Здобувач освіти ОПП Агроінженерія

Сергій ГАВРИЛЮК

Володимир – Волинський фаховий коледж

Сучасний автомобільний транспорт сьогодні розвивається дуже швидко. Якщо раніше автомобіль сприймали переважно як механічну машину, основними частинами якої були двигун, трансмісія, ходова частина, гальмівна система та кузов, то тепер він перетворився на складну технічну систему, у якій поєднуються механіка, електроніка, комп'ютерне керування, датчики, програмне забезпечення та засоби зв'язку. Автомобіль уже не просто перевозить людей або вантажі, а постійно контролює свій стан, допомагає водієві, зменшує ризик аварій і підвищує ефективність перевезень. [3]

Головна мета сучасних технологій на автомобільному транспорті полягає не тільки в тому, щоб зробити автомобіль потужнішим або швидшим. Набагато важливішими стали безпека, економічність, екологічність, комфорт і надійність. Сучасний автомобіль повинен бути зручним у керуванні, витратити менше пального або електроенергії, менше забруднювати навколишнє середовище та вчасно попереджати водія про можливі несправності. [6]

Одним із найважливіших напрямів розвитку автомобільного транспорту є електрифікація. Сьогодні все більше поширюються електромобілі та гібридні автомобілі. Електромобіль працює за допомогою електродвигуна та акумуляторної батареї. Під час руху він не виділяє відпрацьованих газів, працює тихіше, має менше рухомих деталей і потребує іншого підходу до технічного обслуговування. Гібридний автомобіль поєднує двигун внутрішнього згорання та електродвигун, що дає змогу зменшити витрати пального, особливо під час руху в місті, де автомобіль часто зупиняється і знову рушає. [1]

Разом із перевагами електромобілі мають і певні проблеми. До них належать висока вартість акумуляторних батарей, потреба в зарядних станціях, час заряджання та складність ремонту окремих елементів. Проте розвиток зарядної інфраструктури поступово робить електротранспорт доступнішим і практичнішим. Саме тому електромобілі вже не можна вважати лише транспортом майбутнього, адже вони активно використовуються вже сьогодні.

Важливе місце в сучасному автомобілі займають системи безпеки. До них належать антиблокувальна система гальм ABS, система курсової стійкості ESP, адаптивний круїз-контроль, система контролю смуги руху, автоматичне екстрене гальмування, камери заднього виду, датчики паркування, контроль "сліпих зон" та інші електронні помічники. Ці системи не замінюють водія повністю, але значно допомагають йому під час руху. [2]

Наприклад, система ABS не дає колесам повністю заблокуватися під час різкого гальмування. Завдяки цьому автомобіль зберігає керованість, а водій має більше шансів об'їхати перешкоду. Система ESP допомагає утримати автомобіль на траєкторії руху, особливо на слизькій дорозі або під час різкого маневру. Система

автоматичного екстреного гальмування може попередити водія про небезпеку зіткнення, а в деяких випадках самостійно зменшити швидкість. Усе це робить рух безпечнішим і зменшує ймовірність дорожньо-транспортних пригод.

Не менш важливою є комп'ютерна діагностика автомобіля. Раніше несправності часто визначали за зовнішніми ознаками: стороннім шумом, димом, запахом, перегріванням, поганим запуском двигуна або нестійкою роботою. Сьогодні значна частина несправностей фіксується електронними блоками керування. Через діагностичний роз'єм до автомобіля можна підключити сканер, зчитати коди помилок і швидше визначити причину несправності.[5]

Комп'ютерна діагностика значно полегшує роботу механіка. Наприклад, якщо двигун працює нерівномірно, діагностичний прилад може показати несправність датчика, форсунки, системи запалювання або паливної системи. Це дозволяє не розбирати зайві вузли, а відразу перевірити потрібний елемент. Такий підхід економить час, зменшує витрати на ремонт і підвищує точність обслуговування.

Сучасні технології також активно використовуються у вантажному транспорті, службах доставки, пасажирських перевезеннях та аграрних підприємствах. Одним із прикладів є GPS-моніторинг і телематика. За допомогою цих систем можна відстежувати місце перебування автомобіля, швидкість руху, маршрут, витрати пального, час простою та стиль водіння. Для підприємства це дуже важливо, тому що дозволяє краще контролювати транспорт, зменшувати витрати та підвищувати ефективність роботи.[7]

Наприклад, керівник автопарку може бачити, чи рухається автомобіль за запланованим маршрутом, чи немає зайвих простоїв, чи не перевищує водій швидкість і скільки пального фактично витрачається. Такі технології допомагають уникати нераціонального використання транспорту, крадіжок пального та порушень графіка перевезень. Тобто сучасні цифрові системи корисні не лише для водія, а й для всієї організації роботи транспорту.

Окрему роль відіграє штучний інтелект. Він використовується в системах розпізнавання дорожніх знаків, пішоходів, транспортних засобів, дорожньої розмітки та перешкод. Камери, радары й інші датчики збирають інформацію про навколишню обстановку, а програмне забезпечення швидко аналізує її. Завдяки цьому автомобіль може попередити водія про небезпеку або допомогти виконати певну дію, наприклад загальмувати чи втримати автомобіль у смузі руху.

Слід розуміти, що навіть найсучасніші системи поки що не звільняють водія від відповідальності. Вони лише допомагають йому краще контролювати ситуацію. Водій повинен залишатися уважним, стежити за дорогою і бути готовим у будь-який момент взяти керування на себе. Технології є помічниками, але не повною заміною людини.[4]

Ще одним важливим напрямом є прогнозне технічне обслуговування. Його суть полягає в тому, що автомобіль або спеціальна програма аналізує дані з датчиків і може заздалегідь попередити про можливу несправність. Наприклад, якщо змінюється температура, тиск, рівень вібрації, витрата пального або інші параметри, система може виявити відхилення від норми. Це дозволяє виконати ремонт ще до серйозної поломки. Для транспортних підприємств це особливо

важливо, адже несправний автомобіль означає простій, втрату часу і додаткові витрати.

Сучасні автомобілі також усе частіше мають можливість оновлення програмного забезпечення. Деякі функції можна покращувати без відвідування сервісного центру, просто через інтернет. Це означає, що автомобіль поступово стає подібним до смартфона або комп'ютера: його можливості можуть змінюватися і вдосконалюватися після покупки. Виробник може виправляти помилки, покращувати роботу систем або додавати нові функції.

Разом із розвитком цифрових технологій з'являються і нові виклики. Один із них — кібербезпека. Якщо автомобіль підключений до інтернету, має мобільний додаток, цифровий ключ, навігацію та дистанційне керування окремими функціями, його потрібно захищати від несанкціонованого доступу. Тому сучасний автомобіль потребує не тільки якісного технічного обслуговування, а й захисту електронних систем.

Усе це змінює вимоги до майбутніх фахівців автомобільного транспорту. Якщо раніше автомеханіку було достатньо добре знати будову двигуна, трансмісії, гальмівної системи та ходової частини, то сьогодні цього вже замало. Сучасний спеціаліст повинен розуміти принцип роботи датчиків, електронних блоків керування, комп'ютерної діагностики, електричних схем і цифрових систем. Він має вміти працювати не лише з гайковим ключем, домкратом і вимірювальним інструментом, а й з діагностичним сканером, мультиметром і комп'ютерними програмами.[7]

Отже, сучасні технології на автомобільному транспорті змінюють саму суть автомобіля. Він стає безпечнішим, економічнішим, екологічнішим і розумнішим. Електромобілі, гібридні системи, комп'ютерна діагностика, GPS-моніторинг, телематика, штучний інтелект і системи допомоги водієві вже стали важливою частиною транспортної галузі. Майбутнє автомобільного транспорту залежить від поєднання механіки, електроніки та цифрових технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. International Energy Agency. Global EV Outlook 2025: Trends in electric car markets.
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025/trends-in-electric-car-markets-2>
2. International Energy Agency. Global EV Outlook 2025: Executive Summary.
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025/executive-summary>
3. National Highway Traffic Safety Administration. Driver Assistance Technologies.
<https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/driver-assistance-technologies>
4. National Highway Traffic Safety Administration. Automated Vehicle Safety.
<https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/automated-vehicles-safety>
5. National Highway Traffic Safety Administration. Levels of Automation.
<https://www.nhtsa.gov/document/levels-automation>
6. European Commission. ITS Directive and Action Plan.
https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/smart-mobility/road/its-directive-and-action-plan_en
7. European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency. Intelligent Transport Systems in the EU.

ТЕХНОЛОГІЯ STRIP-TILL: РЕВОЛЮЦІЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ ДЛЯ СТАЛОГО МАЙБУТНЬОГО

Назар Положевець

здобувач освіти ОПП Агроінженерія

Володимир-Волинський фаховий коледж

Іван СВИРИДЮК

викладач

Володимир-Волинський фаховий коледж

Технологія Strip-till, або смугове обробітку ґрунту, являє собою інноваційний метод, що поєднує переваги традиційної оранки та системи нульового обробітку (no-till). Суть методу полягає у тому, що обробляються лише вузькі смуги ґрунту в межах майбутніх посадкових рядів, тоді як міжряддя залишається недоторканим.

Це дозволяє забезпечити оптимальні умови для проростання насіння, зберегти вологу, зменшити ерозію ґрунту та знизити витрати на паливо-технічні операції. Strip-till (від англ. strip – смуга, till – обробіток) є технологією, в якій ґрунт розпушується та одночасно вноситься добриво лише в смуги, що будуть використані для сівби. Інша частина поля залишається недоторканою, що сприяє збереженню природного рослинного покриву та корисних організмів, що в свою чергу впливає на підтримку родючості ґрунту. Завдяки цій методиці проводиться не повна обробка всього поля, а лише цільових зон, що дозволяє оптимізувати витрати ресурсів, зменшити втрати вологи та забезпечити більш точне внесення засобів захисту і живлення рослин.

Перші дослідження і впровадження Strip-till розпочалися в США понад 30 років тому, коли аграрії шукали способи поєднати переваги традиційної оранки з мінімальним руйнуванням ґрунтової структури. Після успішного впровадження в американських аграрних господарствах технологія стала популярною в Європі, зокрема в Німеччині та Канаді. В Україні технологія Strip-till впроваджується поступово, але вже отримує позитивний відгук аграріїв завдяки можливості зменшити витрати на паливо-технічні операції та підвищити ефективність використання добрив. Основний принцип Strip-till полягає у вибіркового розпушуванні ґрунту за допомогою спеціалізованих агрегатів. При цьому формуються смуги шириною зазвичай 20–30 см, в яких відбувається як розпушування, так і одночасне внесення добрив.

Таке точне внесення дозволяє концентрувати поживні речовини безпосередньо у зоні розвитку кореневої системи майбутніх рослин. Завдяки цьому ґрунт у рядках прогрівається швидше, а міжряддя, яке залишається незмінним, допомагає утримувати вологу та зменшувати ерозійні процеси. Для успішного застосування Strip-till необхідне використання спеціалізованих агрегатів, здатних здійснювати як розпушування смуг, так і внесення добрив. Сучасні агрегати часто оснащуються системами GPS, що дозволяє забезпечити точність виконання операцій із відхиленням до $\pm 2-3$ см.

Така точність є критичною для того, щоб посів відбувався точно у межах оброблених смуг, що забезпечує оптимальний контакт насіння з ґрунтом і рівномірний розвиток рослин. Strip-till може застосовуватися як у комбінованому, так і в послідовному режимах. У комбінованому режимі розпушування і посів виконуються за один прохід, що скорочує витрати пального і трудових ресурсів. У послідовному режимі, особливо на важких ґрунтах, розпушування проводять восени, а посів – навесні. Цей підхід дозволяє краще адаптувати технологію до різних типів ґрунтів та кліматичних умов.

Переваги технології Strip-till:

1. Економія ресурсів. Оскільки оброблюється лише частина поля, Strip-till дозволяє значно знизити витрати на палива-технічні операції. Менша кількість проходів трактором сприяє економії пального, що є важливим фактором для сучасного господарства.

2. Покращення структури ґрунту. Незмінні міжряддя зберігають природний рослинний покрив і органічні залишки, що сприяє збереженню вологи, запобігає ерозії ґрунту та стимулює розвиток корисних мікроорганізмів. Це сприяє підвищенню родючості ґрунту та забезпечує здорове середовище для росту рослин.

3. Точне внесення добрив. Завдяки використанню систем GPS, добрива вносяться точно у зону кореневої системи. Це дозволяє зменшити їх витрати, уникнути надлишкового внесення та покращити засвоєння поживних речовин рослинами.

4. Швидке прогрівання ґрунту. Розпушування смуги забезпечує швидке прогрівання ґрунту, що дозволяє раніше починати посів і, відповідно, продовжувати вегетаційний період. Це особливо важливо в регіонах із прохолодним ранковим кліматом.

5. Зменшення ерозії. Збереження значної частини покриву ґрунту між обробленими смугами сприяє зменшенню впливу вітру та опадів, що в свою чергу знижує ерозійні процеси. Це особливо актуально для полів, розташованих на схилах або в регіонах із сильними опадами.

6. Підвищення врожайності. За умов правильного застосування Strip-till показує конкурентоспроможні результати щодо врожайності у порівнянні з традиційною обробіткою із повною оранкою. Деякі дослідження вказують на можливе збільшення врожайності на 15–25% завдяки кращому контакту насіння з ґрунтом, оптимальному внесенню добрив та збереженню вологи.

Недоліки та виклики технології Strip-till

1. Високі початкові витрати. Впровадження Strip-till вимагає придбання спеціалізованого обладнання, яке часто є дорогим. Також необхідне обладнання для точного землеробства (GPS, системи), що може стати серйозним фінансовим тягарем для малих господарств.

2. Технічна складність та вимоги до кваліфікації. Технологія вимагає високої кваліфікації оператора та агронома, адже неправильне налаштування агрегатів або помилки в роботі систем навігації можуть призвести до неефективного внесення добрив і зниження врожайності.

3. Залежність від умов ґрунту та клімату. Strip-till не завжди підходить для важких, забагато вологих ґрунтів. При надмірній вологості або в умовах ранньої весняної посухи може спостерігатися повільне прогрівання ґрунту, що затримує посів і негативно впливає на розвиток рослин.

4. Ризик помилок у системах навігації. Хоча сучасні системи GPS забезпечують високу точність, будь-яка помилка або несправність у цих системах може спричинити зміщення смуг, що негативно вплине на рівномірність посіву та внесення добрив.

5. Обмеження застосування в певних агрокліматичних умовах.

Для оптимального застосування Strip-till потрібні певні кліматичні умови. Наприклад, у регіонах із дуже холодними веснами або надзвичайно важкими ґрунтами традиційні методи можуть виявитися ефективнішими, адже Strip-till може не забезпечувати достатньої обробки для повного проростання насіння.

В Україні технологія Strip-till впроваджується поступово, і її ефективність значною мірою залежить від типу ґрунту, кліматичних умов та рівня підготовки господарства. Основним мотивом переходу на цю технологію стало бажання знизити витрати на обробіток ґрунту, зберегти вологу та забезпечити більш раціональне внесення добрив. Також польські фермери, які мають досвід застосування цього методу, відзначають позитивні результати з економії ресурсів та підвищення врожайності, хоча вказують і на певні виклики, пов'язані з технічними особливостями методу.

Успіх Strip-till в українських господарствах залежить від інтеграції технології з сучасними системами точного землеробства. Використання GPS дозволяє точно відслідковувати оброблені смуги та забезпечує високий рівень диференційованого внесення добрив, що є особливо важливим для економії ресурсів і оптимізації процесів. У традиційній оранці проводиться повне перевертання ґрунтового шару, що забезпечує швидке прогрівання ґрунту, але супроводжується значними втратами вологи, руйнуванням природної структури ґрунту та підвищеними витратами пального і трудових ресурсів. Strip-till, навпаки, дозволяє зберегти частину ґрунтового покриву, що сприяє збереженню вологи та органічних речовин.

Метод no-till, або нульового обробітку, полягає у відсутності механічного впливу на ґрунт перед посівом, що дозволяє зберегти рослинні залишки на поверхні і підтримувати біологічну активність ґрунту. Проте, у системі no-till може виникати проблема повільного прогрівання ґрунту, що затримує посів і впливає на розвиток рослин. Strip-till поєднує переваги no-till (збереження вологи та органічних залишків) із здатністю розпушувати ґрунт у вузьких смугах для прискорення прогрівання, що забезпечує оптимальні умови для проростання насіння. Перед впровадженням Strip-till необхідно провести ґрунтові аналізи та розробити агрохімічні карти, що дозволить оптимізувати режим внесення добрив. Планування операцій має враховувати тип ґрунту, кліматичні умови, а також особливості вирощуваних культур. Крім того, важливо забезпечити наявність систем точного водіння для коректного позиціонування агрегатів. Для досягнення високої точності роботи агрегатів рекомендується періодично проводити технічне обслуговування і калібрування систем GPS.

Важливо також звернути увагу на гостроту та стан робочих органів агрегатів, оскільки від цього залежить якість розпушування ґрунту та ефективність внесення добрив. У регіонах з підвищеною вологістю або важкими ґрунтами необхідно враховувати можливість повільного прогрівання ґрунту. У таких випадках може знадобитися проведення додаткових заходів з попереднього поверхневого обробітку стерні або використання спеціалізованих агрегатів із можливістю регулювання глибини розпушування. Після впровадження технології важливо регулярно аналізувати результати: врожайність, ефективність внесення добрив, витрати пального та зміни у структурі ґрунту. Це дозволить своєчасно коригувати технологічну карту господарства та оптимізувати економічні показники виробництва. Технологія Strip-till являє собою перспективний метод обробітку ґрунту, що дозволяє поєднати переваги традиційної оранки з мінімальним руйнуванням ґрунтового покриву, характерним для системи no-till. Основні переваги включають економію пального, зниження витрат трудових ресурсів, точне внесення добрив та покращення структури ґрунту. Проте, для її успішного впровадження необхідні високотехнологічне обладнання та система точного водіння, а також адаптація до місцевих агрокліматичних умов.

Успіх технології залежить від комплексного підходу: ретельного планування, налаштування агрегатів, використання сучасних систем аналізу та контролю, а також постійного моніторингу результатів. Досвід аграріїв як з України, так і з інших країн демонструє, що при правильному впровадженні Strip-till може суттєво підвищити ефективність агровиробництва та забезпечити стабільне підвищення врожайності.

Сучасні тенденції спрямовані на диференційований підхід до внесення добрив, що дозволить ще більш точно відповідати потребам окремих ділянок поля та забезпечити максимально ефективне використання ресурсів. Інновації в галузі точного землеробства відкривають нові можливості для аграріїв, що вже активно застосовують Strip-till, і сприятимуть подальшій адаптації технології до умов змін клімату та економічних викликів. Отже, Strip-till є важливим інструментом сучасного агробізнесу, який дозволяє не лише підвищити врожайність, але й знизити витрати на обробіток ґрунту, заощадити ресурси та зберегти природну структуру ґрунту. Незважаючи на певні недоліки та виклики, пов'язані з високими початковими витратами та необхідністю точного налаштування обладнання, переваги методу переважають, особливо в умовах зниження доступності ресурсів і підвищення вартості пального.

Успішне впровадження Strip-till в Україні можливо за умови комплексного підходу, який включає технічне забезпечення, навчання персоналу, використання систем точного землеробства та регулярний аналіз агрохімічних характеристик ґрунту. Завдяки інтеграції сучасних технологій, Strip-Till має всі шанси стати одним із ключових методів обробітку ґрунту в майбутньому. Досвід іноземних аграріїв та перші успішні кейси в Україні демонструють, що за умови правильного впровадження ця технологія може забезпечити стабільне зростання врожайності та економічну ефективність господарства.

ВАЖЛИВИЙ КРОК У НАПРЯМКУ СТАЛОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО МАЙБУТНЬОГО КРАЇНИ

Томашевська Т.Є.

спеціаліст вищої кваліфікаційної
категорії, викладач-методист
ВСП ДАФК СХУ

Енергія є однією з найважливіших та невід'ємних складових української економіки, тому поновлювані джерела енергії повинні розглядатися однозначно.

Україна прагне забезпечення енергетичної безпеки, намагаючись знизити свою залежність від поставок енергоносіїв. [1].

Динамічна індустріалізація та великий попит населення призводять до стрімкого зростання споживання енергії по всьому світу, значну частину якого складає спалювання викопних енергоносіїв (вугілля, природний газ). Їх використання погіршує кліматичні умови та стан довкілля. Тому на часі використання альтернативних джерел енергії.

Виробництво відновлюваної енергії на даний час є однією з головних тем, як у Європі, так і у всьому світі.

Наряду з енергією сонця й вітру, біогаз є одним з основних відновлювальних джерел енергії. Його можна отримувати з доступної в нашому регіоні органічної сировини або з перероблених органічних відходів. Це відбувається у екологічний для природи спосіб і не збільшує концентрацію CO₂ в атмосфері.

Застосування біогазових установок означає використання природної енергії органічного матеріалу. Найперспективніший метод вирішення таких проблем на сьогодні – це утилізація відходів сільськогосподарського походження у біогазових установках з отриманням біогазу [2].

В умовах дефіциту електроенергії біогаз являється одним із альтернативних видів палива. Це газ отримують з біомаси та використовується як паливо. Біометан — це аналог природного газу, з якого роблять також мінеральні добрива. За своїми характеристиками відповідає вимогам для подачі, як до газотранспортної і газорозподільної системи, так і для використання його як моторного палива. Перетворення біометану в електроенергію проходить в когенераційних установках.

В Україні питання виробництва енергоносіїв і підвищення ефективності їх використання виходить на перший план. Швидке погіршення екологічної ситуації через накопичення відходів у сільському господарстві вимагає рішучого впровадження перспективних методів утилізації відходів. [1]

Україна, має великий потенціал для розвитку біогазової галузі, активно вивчає та впроваджує альтернативні джерела енергії. А виробництво біогазу займає особливе місце.

Завдяки великим площам сільськогосподарських угідь та значній кількості сировини, що може бути використана для виробництва біогазу, виробництво має велику перспективу широкого впровадження.

Сільськогосподарське виробництво, яке продукує в основному продукти харчування та сировину для переробної промисловості, є також важливим джерелом біомаси для виробництва біогазу.

Кількість органічних відходів, як сировини, що утворюються при вирощуванні і переробці сільськогосподарської продукції складає 30-50% всіх відходів, що утворюються в процесі життєдіяльності людства. Це створює додаткове навантаження на довкілля.

Використання відходів сільськогосподарського виробництва дає можливість зменшити дефіцит та забезпечити сировиною виробництво альтернативних видів палива.

Відсутність такого процесу переробки відходів є потенційною загрозою для забруднення ґрунтових вод, ґрунтів та повітря, а також причина утворення кислотних дощів. А великі обсяги сміття є причиною перетворення значних площ на непридатні для ведення господарства ділянки, непридатними стають і території довкола.

При гнитті органічних речовин виділяється вуглекислий газ, який призводить до парникового ефекту, і в кінцевому результаті, до зміни клімату. Біогазова промисловість слугує одним із вирішень цієї проблеми.

Слід зауважити, що переробка відходів з отримання енергоносіїв дозволяє ліквідувати або значно зменшити неприємні запахи, які мають відходи що захищає екологію від забруднень.

Сировиною для біогазу можуть бути органічні сільськогосподарські відходи. До них належать відходи, як галузі рослинництва, так і тваринництва: гній, гноївка, послід, солома, полова, бадилля, гичка, лушпиння. [3].

Окремо можна сказати про відходи харчової та переробної галузі: очистки овочів та фруктів, жмих, відходи скотобоєн, птахівництва.

За рахунок переробки цієї сировини можна отримати біогаз, спалювання якого дозволяє отримувати тепло, а при використанні когенераційної установки – електроенергію, яка може бути використаною для потреб сільськогосподарських виробництв та населення.

Таке використання відходів сільськогосподарського виробництва для генерації біогазу дає можливість створення безвідходного циклу виробництва електроенергії, що значно знижує витрати господарств.

Найбільшу частку сировини для отримання біометану складають такі відходи рослинництва, як солома, стебла кукурудзи і соняшнику, силос кукурудзи. Але основною складовою частиною сировини є відходи галузі тваринництва. Переробляючи тваринні відходи (гній), можна отримувати органічні добрива, якими підживлюють ґрунти [3].

Важливим є і те, що відходи такого процесу приносять користь і для самого сільськогосподарського виробництва.

При переробці відходів, як сировини для біометану, очевидна перспектива на майбутнє. При цьому фермер отримує можливість збереження оранково придатних земель для використання у господарстві, перетворення відходів у паливо та добрива. Він стає більш енергетично незалежним та зменшує витрати на синтетичні азотні добрива.

Вироблений біогаз з відходів можна використовувати для особистих потреб. Тепло, отримане при спалюванні біогазу, можна використовувати для обігріву осель, шкіл та інших господарських приміщень, теплиць. Це в свою чергу дасть прибуток та підвищить зайнятість населення. А при надлишку дасть змогу продавати за зеленим тарифом.

І ще важливе. В результаті ферментації відходів одержують високоякісне органічне добриво, що підвищує урожайність сільськогосподарських культур та покращує родючість ґрунту. Отриманий в процесі ферментації дигестат являє собою субстанцію, збагачену мінеральними речовинами та знезаражений внаслідок біологічного перетворення. Він стає потенційно корисним органічно-мінеральним добривом. І ще, потенційно скорочує викиди парникових газів та є повноцінною заміною синтетичних азотних добрив. [2].

Майбутнє країни неможливе без потужного аграрного сектору з розвинутим тваринництвом. Тому нехтування використанням органічних ресурсів є недалекоглядним. Аналіз результатів досліджень світового і вітчизняного досвіду переконливо доводять, що розширення промислового виробництва та масове впровадження біогазових систем на тваринницьких комплексах і всього сільськогосподарського виробництва допоможе в реалізації урядової політики, спрямованої на розвиток інноваційних технологій, утвердження України як високотехнологічної держави. [4]

І перш за все, біогазові установки - ефективний спосіб вирішення проблем використання відходів сільськогосподарського виробництва.

Зважаючи на всі переваги розвитку біогазової промисловості, цей вид альтернативного джерела енергії - важливий крок у напрямку сталого та екологічного майбутнього країни.

Список використаних джерел

1. Мазур К. В. Розвиток альтернативної енергетики в АПК / К. В. Мазур // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2016. № 1 (56). Том 2. – С. 181-186.
2. Центр біогазових технологій. Режим доступу: <http://biogascenter.googlepages.com>
3. Соколовська І. Я. Біогаз як перспективний напрям використання відходів сільськогосподарського виробництва / І. Я. Соколовська, М. Б. Мельник, С. М. Підховна // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. – 2013. – Вип. 181(1). – С. 113-118.
4. <https://ucci.org.ua/press-center/expert-opinion/tsinni-vidkhodi-biogazova-galuz-v-ukrayini>

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Добранський С.С.

викладач

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Аграрний сектор у ХХІ столітті функціонує в умовах стрімкого технологічного оновлення, що зумовлено необхідністю підвищення ефективності виробництва, раціонального використання ресурсів і забезпечення продовольчої безпеки. Зростання чисельності населення, зміни клімату, виснаження ґрунтів та скорочення водних ресурсів формують нові вимоги до організації сільськогосподарського виробництва. За таких умов традиційні методи ведення господарства поступово втрачають ефективність, а ключовим напрямом модернізації агропромислового комплексу стає впровадження роботизованих та автоматизованих систем.

Сучасні технології, зокрема безпілотні літальні апарати, автономна сільськогосподарська техніка, цифрові системи моніторингу та роботизовані комплекси для збирання врожаю, забезпечують можливість підвищення продуктивності праці, зменшення витрат і мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Інтеграція штучного інтелекту, сенсорних систем та інформаційних технологій створює передумови для розвитку точного землеробства й формування інтелектуального аграрного виробництва.

Для України питання роботизації АПК має особливу актуальність, оскільки аграрна галузь є однією з провідних складових національної економіки та забезпечує вагомому частку експорту. Водночас рівень автоматизації вітчизняного сільського господарства залишається значно нижчим порівняно з економічно розвиненими державами. Основними стримувальними чинниками є недостатній рівень інвестицій, обмежений доступ до сучасних технологій, недосконалість нормативно-правового забезпечення та дефіцит кваліфікованих фахівців. У зв'язку з цим дослідження сучасного стану та перспектив використання роботизованих засобів у світовому й українському АПК набуває важливого наукового і практичного значення.

Розвиток робототехніки в агропромисловому комплексі став відповіддю на глобальні виклики сучасності. Підвищення попиту на продовольство, нестача трудових ресурсів, деградація природних екосистем та необхідність забезпечення сталого розвитку стимулюють активне впровадження інноваційних технологій у сільське господарство. «У світовій практиці роботизовані системи дедалі частіше використовуються для автоматизації виробничих процесів, оптимізації витрат та підвищення врожайності» [1].

Одним із найпоширеніших напрямів є використання безпілотних літальних апаратів. Дрони застосовуються для моніторингу стану посівів, аналізу ґрунтів, оцінювання рівня вологості та точкового внесення засобів захисту рослин. Завдяки використанню мультиспектральних сенсорів вони забезпечують оперативне виявлення проблемних ділянок, що дозволяє скорочувати витрати пестицидів і добрив та зменшувати екологічне навантаження.

Значного поширення набувають автономні трактори та роботизовані комплекси для обробки ґрунту. Оснащені GPS-навігацією, системами штучного інтелекту та комп'ютерного бачення, такі машини здатні виконувати посів, культивуацію, внесення добрив і збирання врожаю без безпосередньої участі оператора. Автоматизація цих процесів забезпечує цілодобову роботу техніки, підвищує точність виконання технологічних операцій і скорочує витрати пального.

Важливу роль у розвитку сучасного АПК відіграють роботизовані системи збору врожаю. У країнах із дефіцитом робочої сили, зокрема в Японії, активно застосовуються роботи для збирання фруктів, ягід та овочів. Використання роботизованих маніпуляторів із системами комп'ютерного зору дозволяє делікатно збирати продукцію без її пошкодження, що позитивно впливає на якість та товарний вигляд урожаю.

Окремим напрямом є впровадження автоматизованих систем у тваринництві. Роботизовані доїльні установки, автоматичні системи годування та сенсорний моніторинг стану тварин дозволяють підвищити продуктивність фермерських господарств і покращити контроль за якістю продукції. У Нідерландах роботизовані молочні ферми стали звичною практикою завдяки державній підтримці та високому рівню технологічної інтеграції.

Функціонування роботизованих засобів базується на використанні сучасних цифрових технологій. Штучний інтелект забезпечує аналіз великих масивів інформації та автоматичне прийняття рішень у режимі реального часу. «Алгоритми машинного навчання дозволяють системам адаптуватися до змін зовнішнього середовища, прогнозувати врожайність і оптимізувати використання ресурсів. Інтернет забезпечує інтеграцію сенсорів, техніки та програмного забезпечення в єдину інформаційну систему, що створює умови для комплексного управління аграрним виробництвом» [1].

У світовій практиці найбільш високий рівень автоматизації спостерігається у США, Нідерландах, Ізраїлі та Японії. «У світі роботизовані технології активно використовуються у великих агрохолдингах, де системи точного землеробства забезпечують підвищення врожайності та зниження виробничих витрат» [2]. У Нідерландах автоматизовані тепличні комплекси та роботизовані ферми стали складовою сучасної аграрної моделі. Ізраїль спеціалізується на розвитку інтелектуальних систем зрошення та управління водними ресурсами, тоді як Японія орієнтується на створення компактних роботизованих систем для умов дефіциту робочої сили.

Позитивний ефект від використання роботизованих засобів проявляється не лише в економічній, а й в екологічній площині. Точне внесення добрив і засобів захисту рослин дозволяє суттєво зменшити хімічне навантаження на ґрунти та водойми. Автоматизовані системи зрошення сприяють економії водних ресурсів, а використання електричних автономних машин знижує рівень викидів парникових газів.

В Україні процес роботизації агропромислового комплексу перебуває на етапі активного становлення. Найбільш поширеним напрямом є використання дронів для моніторингу посівів та обприскування полів. «Великі аграрні компанії

впроваджують GPS-навігацію, цифрові системи контролю техніки та елементи точного землеробства» [3]. Окремі господарства застосовують сенсорні системи для контролю мікроклімату в теплицях та автоматизовані рішення у тваринництві.

Водночас рівень автоматизації українського АПК залишається відносно низьким. Основними проблемами є висока вартість сучасного обладнання, недостатній рівень державної підтримки, обмежений доступ малих і середніх фермерських господарств до інноваційних технологій, а також нестача фахівців у сфері цифрового агровиробництва. Додатковими бар'єрами виступають недосконалість нормативно-правової бази та недостатній розвиток інфраструктури.

Сучасні наукові дослідження свідчать про значний потенціал подальшого розвитку роботизованих технологій у сільському господарстві. Перспективними напрямками є розширення використання штучного інтелекту, інтеграція блокчейн-технологій у логістичні процеси, розвиток автономної техніки та створення доступних роботизованих рішень для невеликих фермерських господарств. Для України особливого значення набуває адаптація міжнародного досвіду до національних умов, формування ефективної системи державної підтримки та розвиток інноваційної екосистеми в аграрній сфері.

Роботизовані технології стають одним із ключових чинників модернізації сучасного агропромислового комплексу. «Використання автономної техніки, дронів, сенсорних систем, штучного інтелекту та цифрових платформ забезпечує підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва, оптимізацію ресурсів і зменшення екологічного навантаження» [3].

Світовий досвід демонструє високу ефективність роботизації АПК за умови належної державної підтримки, розвитку інфраструктури та підготовки кваліфікованих кадрів. У країнах із високим рівнем автоматизації впровадження інноваційних технологій сприяло зростанню врожайності, скороченню витрат і підвищенню конкурентоспроможності аграрного сектору.

Отже, роботизація агропромислового комплексу є стратегічно важливим напрямом розвитку сільського господарства, який створює передумови для формування ефективного, конкурентоспроможного та екологічно орієнтованого аграрного виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Добранський С. С. Застосування роботизованих засобів, як новий етап трансформації в агропромисловому комплексі України. Стратегічні напрямки розвитку науки, освіти та суспільства : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф. Ніжин : ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України», 2025. С. 135-138.

2. Добранський С. С., Бучко І. О. Аналіз застосування роботизованих засобів в агропромисловому комплексі України та світі. Інновації в агропромисловому комплексі, машинобудуванні та транспорті : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. Рівне : НУВГП, 2025. С. 164-169.

3. Добранський С. С., Бучко І. О. Застосування роботизованих засобів в агропромисловому комплексі України та світу. Вісник Житомирського агротехнічного фахового коледжу. 2025. Вип. 6 (1). С. 5–18.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СУЧАСНОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Кіщенко Н.М.

завідуюча відділенням «Транспортних та харчових технологій»
Дніпровський транспортно-економічний фаховий коледж

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується активним впровадженням цифрових технологій у різні сфери людської діяльності. Однією з галузей, у якій інноваційні технології розвиваються особливо швидкими темпами, є автомобільний транспорт. Сьогодні транспортна система вже не обмежується лише механічними засобами пересування, оскільки сучасні автомобілі поступово перетворюються на складні інтелектуальні комплекси, здатні аналізувати навколишнє середовище, обробляти інформацію та приймати рішення у режимі реального часу [6].

Особливе місце серед сучасних технологій займає штучний інтелект. Його використання відкриває нові можливості для підвищення безпеки дорожнього руху, оптимізації транспортних потоків та автоматизації процесів керування транспортними засобами [2]. Системи штучного інтелекту дозволяють транспортним засобам швидко реагувати на зміну дорожньої ситуації, контролювати технічний стан автомобіля та забезпечувати комфорт водія.

Актуальність теми полягає у тому, що впровадження технологій штучного інтелекту є одним із найважливіших напрямів розвитку сучасного автомобільного транспорту. У багатьох країнах світу активно розробляються автономні транспортні засоби, інтелектуальні системи керування рухом та цифрові сервіси для транспортної інфраструктури. Для України це питання також має важливе значення, оскільки модернізація транспортної галузі є необхідною умовою підвищення ефективності перевезень та безпеки дорожнього руху [4].

Метою тез є аналіз особливостей застосування штучного інтелекту у сучасному автомобільному транспорті, визначення основних переваг і проблем використання інтелектуальних технологій, а також дослідження перспектив розвитку даного напрямку.

Штучний інтелект являє собою сукупність комп'ютерних технологій, які дозволяють системам виконувати функції, що потребують аналізу інформації, логічного мислення та прийняття рішень. У сфері автомобільного транспорту штучний інтелект використовується для автоматизації багатьох процесів, пов'язаних із керуванням транспортними засобами, навігацією, моніторингом дорожньої ситуації та технічним обслуговуванням автомобілів.

Одним із найбільш поширених напрямів використання штучного інтелекту є системи допомоги водієві. Сучасні автомобілі оснащуються великою кількістю датчиків, камер, радарів та електронних систем контролю, які постійно аналізують дорожню ситуацію [2].

Такі системи здатні визначати дистанцію до інших транспортних засобів, контролювати швидкість руху, попереджати про небезпеку зіткнення та допомагати під час паркування.

Важливим елементом сучасних автомобілів є система автоматичного екстреного гальмування. Вона дозволяє транспортному засобу самостійно реагувати на небезпечні ситуації та зменшувати ризик дорожньо-транспортних пригод. Крім того, у сучасних автомобілях використовуються системи утримання транспортного засобу у смузі руху, адаптивний круїз-контроль та системи розпізнавання дорожніх знаків [4].

Суттєвий вплив штучний інтелект має на розвиток автономного транспорту. Безпілотні автомобілі є одним із найперспективніших напрямів розвитку транспортної галузі. Такі транспортні засоби використовують складні алгоритми аналізу даних, супутникову навігацію та системи машинного навчання для самостійного пересування дорогами [3].

Автономні автомобілі здатні розпізнавати дорожню розмітку, світлофори, дорожні знаки та інших учасників руху. За допомогою камер і сенсорів система постійно аналізує навколишнє середовище та приймає рішення щодо швидкості руху, зміни напрямку або гальмування.

Розвиток безпілотного транспорту може суттєво змінити транспортну систему майбутнього та зменшити кількість аварій, спричинених людським фактором [1].

Не менш важливим напрямом є використання штучного інтелекту у навігаційних системах. Сучасні цифрові сервіси дозволяють у режимі реального часу аналізувати завантаженість доріг, визначати найкоротші маршрути та прогнозувати затори. Це дозволяє оптимізувати транспортні потоки, зменшити витрати часу на перевезення та скоротити споживання пального.

Інтелектуальні транспортні системи також активно використовуються у великих містах для управління дорожнім рухом. Завдяки використанню цифрових технологій та штучного інтелекту можна регулювати роботу світлофорів, контролювати транспортні потоки та оперативно реагувати на зміну дорожньої ситуації. Такі системи сприяють підвищенню ефективності транспортної інфраструктури та зменшенню заторів [7].

Значну роль штучний інтелект відіграє у сфері технічного обслуговування автомобілів. Сучасні транспортні засоби обладнані електронними системами діагностики, які дозволяють контролювати стан двигуна, гальмівної системи, акумулятора та інших важливих елементів автомобіля. У разі виникнення несправностей система може автоматично повідомити водія про необхідність технічного обслуговування.

Використання цифрової діагностики дозволяє своєчасно виявляти технічні проблеми та запобігати серйозним поломкам [3]. Це сприяє підвищенню безпеки експлуатації транспортних засобів та зменшенню витрат на ремонт.

Переваги використання штучного інтелекту у транспортній галузі є досить значними. Насамперед це підвищення рівня безпеки дорожнього руху. Значна кількість дорожньо-транспортних пригод виникає через людські помилки, втому водіїв або неуважність. Інтелектуальні системи дозволяють мінімізувати вплив людського фактору та забезпечити більш безпечне керування транспортними засобами [1].

Ще однією перевагою є підвищення ефективності транспортних процесів. Оптимізація маршрутів, контроль транспортних потоків та автоматизація керування дозволяють скоротити витрати часу та зменшити навантаження на транспортну інфраструктуру. Крім того, використання штучного інтелекту сприяє зниженню споживання пального та покращенню екологічної ситуації [4].

Разом із перевагами існують і певні проблеми впровадження інтелектуальних технологій. Однією з основних є висока вартість сучасних систем та обладнання. Розробка і впровадження безпілотного транспорту потребують значних фінансових витрат та створення відповідної інфраструктури.

Важливою проблемою є питання кібербезпеки. Сучасні автомобілі використовують цифрові мережі та програмне забезпечення, тому виникає ризик несанкціонованого доступу до систем керування транспортним засобом. У зв'язку з цим особливого значення набуває захист інформації та вдосконалення систем безпеки.

Крім того, розвиток автономного транспорту потребує вдосконалення законодавчої бази. Необхідно визначити правові норми використання безпілотних транспортних засобів, правила відповідальності у разі дорожньо-транспортних пригод та вимоги до функціонування інтелектуальних систем.

В Україні технології штучного інтелекту у сфері автомобільного транспорту поступово набувають поширення. Зростає кількість транспортних засобів із системами автоматизованого керування, цифрової навігації та електронної діагностики [2]. У великих містах впроваджуються елементи інтелектуальних транспортних систем, які дозволяють контролювати дорожній рух та оптимізувати транспортні процеси.

Подальший розвиток даної сфери залежить від рівня інвестицій у транспортну інфраструктуру, розвитку цифрових технологій та підтримки інноваційних проєктів. Впровадження штучного інтелекту може стати важливим чинником модернізації транспортної системи України та підвищення її конкурентоспроможності.

Висновки. Отже, штучний інтелект є одним із ключових напрямів розвитку сучасного автомобільного транспорту. Використання інтелектуальних технологій дозволяє підвищити рівень безпеки дорожнього руху, оптимізувати транспортні процеси та покращити ефективність функціонування транспортної інфраструктури.

Системи автоматизованого керування, цифрової навігації та технічної діагностики поступово стають невід'ємною складовою сучасних транспортних засобів. Особливо перспективним напрямом є розвиток автономного транспорту, який у майбутньому може суттєво змінити підходи до організації дорожнього руху [7].

Попри наявність певних проблем, пов'язаних із високою вартістю технологій, питаннями кібербезпеки та необхідністю вдосконалення законодавства, перспективи використання штучного інтелекту в автомобільному транспорті залишаються надзвичайно високими. Подальший розвиток інтелектуальних транспортних систем сприятиме створенню безпечного, ефективного та технологічного транспортного середовища [1].

Список використаних джерел

1. Баранов О. А. Штучний інтелект у транспортних системах: сучасний стан та перспективи розвитку // Інформація і право. 2024. № 1. С. 45-52.
2. Гриценко С. І., Коваленко О. В. Інтелектуальні транспортні системи в умовах цифровізації економіки // Автошляховик України. 2023. № 4. С. 18-24.
3. Коваленко В. М. Сучасні технології штучного інтелекту в автомобільному транспорті // Вісник машинобудування та транспорту. 2024. № 2. С. 67-73.
4. Мельник О. П. Цифрові технології у сфері автомобільного транспорту // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2023. № 2(21). С. 112-118.
5. Нагорний Є. В., Руденко А. С. Автоматизовані системи керування транспортними засобами // Наукові нотатки Луцького НТУ. 2024. № 76. С. 95-101.
6. Поліщук В. П. Інтелектуальні транспортні системи та безпека дорожнього руху // Автомобільний транспорт. 2023. № 52. С. 39-46.
7. Ткаченко М. О. Перспективи розвитку автономного транспорту в Україні // Вчені записки Таврійського національного університету. Серія: Технічні науки. 2024. Т. 35(74). № 3. С. 141-147.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ РОЗВИТКУ SMART CITY

Зотік О.В.

Викладач вищої категорії економічних дисциплін
Дніпровський транспортно-економічний фаховий коледж

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується глибокою цифровою трансформацією всіх сфер економіки, управління та інфраструктури. Особливо відчутні ці зміни у сфері міського транспорту, який є одним із ключових елементів функціонування сучасного міста. Транспортна система забезпечує не лише мобільність населення, але й впливає на економічний розвиток територій, рівень доступності послуг, ефективність логістики та загальну якість життя громадян [2].

В умовах зростання міського населення, збільшення кількості транспортних засобів та ускладнення транспортних потоків традиційні підходи до організації дорожнього руху стають недостатньо ефективними. Це призводить до виникнення заторів, збільшення часу пересування, підвищення витрат пального та негативного впливу на екологічний стан міст.

У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні інноваційних рішень, здатних забезпечити більш раціональне управління транспортною інфраструктурою [6].

Одним із найбільш перспективних напрямів модернізації міського середовища є концепція Smart City, яка передбачає використання цифрових технологій, інтелектуальних систем та автоматизованих рішень для управління міськими процесами [8]. У рамках цієї концепції транспортна інфраструктура розглядається як інтегрована цифрова система, що функціонує на основі обміну даними, аналітики та автоматизованого прийняття рішень.

Цифровізація транспортної інфраструктури охоплює широкий спектр технологічних рішень, серед яких інтелектуальні транспортні системи, GPS-моніторинг, електронні сервіси для пасажирів, автоматизоване регулювання дорожнього руху та використання великих даних для аналізу транспортних потоків. Впровадження таких технологій дозволяє підвищити ефективність використання транспортних ресурсів, зменшити затори, скоротити витрати часу на пересування та покращити безпеку дорожнього руху [3].

Для України дана проблематика є особливо актуальною в умовах післявоєнного відновлення економіки, модернізації інфраструктури та інтеграції до європейського цифрового простору. Розвиток цифрових транспортних систем розглядається як один із ключових чинників підвищення конкурентоспроможності міст, залучення інвестицій та забезпечення сталого розвитку територій.

Метою даних тез є дослідження особливостей цифровізації транспортної інфраструктури в умовах розвитку концепції Smart City, визначення основних напрямів її впровадження, а також аналіз економічних та організаційних ефектів від використання сучасних цифрових технологій у транспортній сфері.

Актуальність теми зумовлена стрімким зростанням кількості транспортних засобів у містах, перевантаженістю дорожньої інфраструктури, проблемами заторів та необхідністю підвищення ефективності міських перевезень. Традиційні методи управління транспортом вже не забезпечують належного рівня організації руху та потребують модернізації [1].

Впровадження цифрових технологій у транспортну інфраструктуру дозволяє підвищити якість управління транспортними потоками, зменшити витрати часу на пересування, знизити рівень аварійності та покращити екологічну ситуацію в містах. Для України ця тема є особливо актуальною, оскільки модернізація транспортної системи є важливою складовою відновлення та розвитку економіки.

Цифровізація транспортної інфраструктури є складним і багаторівневим процесом, що передбачає інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій у всі етапи функціонування міської транспортної системи. У сучасних умовах вона розглядається як основа формування інтелектуального міського середовища, що відповідає концепції Smart City [5].

Одним із ключових елементів цифрової трансформації транспорту є впровадження інтелектуальних транспортних систем, які забезпечують збір, обробку та аналіз даних про дорожній рух у режимі реального часу. Такі системи дозволяють здійснювати моніторинг інтенсивності руху транспорту, визначати проблемні ділянки дорожньої мережі та оперативно реагувати на зміни транспортної ситуації. Завдяки цьому підвищується ефективність управління транспортними потоками та зменшується рівень заторів у містах.

Важливу роль у цифровізації відіграють автоматизовані системи регулювання дорожнього руху. Сучасні технології дозволяють адаптувати роботу світлофорних об'єктів до фактичного завантаження доріг, що забезпечує більш рівномірний розподіл транспортних потоків. Використання таких рішень сприяє скороченню часу простою транспорту на перехрестях, зменшенню витрат пального та підвищенню загальної пропускної здатності міської дорожньої мережі [4].

Окремим напрямом розвитку цифрової транспортної інфраструктури є впровадження електронних сервісів для користувачів. Сюди належать системи безготівкової оплати проїзду, мобільні додатки для планування маршрутів, сервіси відстеження руху громадського транспорту в режимі реального часу та цифрові платформи управління транспортними послугами. Такі технології підвищують комфорт користувачів транспортної системи, забезпечують прозорість фінансових операцій та сприяють розвитку безконтактних форм взаємодії.

Не менш важливим елементом цифровізації є використання технологій великих даних та аналітики. Обробка великих масивів інформації про транспортні потоки дозволяє прогнозувати навантаження на дорожню інфраструктуру, оптимізувати маршрути громадського транспорту та планувати розвиток транспортної мережі з урахуванням реальних потреб населення. Це дає можливість приймати більш обґрунтовані управлінські рішення та підвищує економічну ефективність функціонування міської транспортної системи.

Значний вплив на розвиток Smart City має також інтеграція різних видів транспорту в єдину цифрову систему. Йдеться про поєднання громадського транспорту, приватних автомобілів, сервісів спільного користування та логістичних систем в єдиний інформаційний простір. Такий підхід дозволяє забезпечити більш ефективну координацію транспортних потоків і підвищити рівень мобільності населення [7].

З економічної точки зору цифровізація транспортної інфраструктури сприяє зменшенню непродуктивних витрат часу, скороченню витрат на паливо та підвищенню продуктивності міської економіки в цілому. Вона також створює умови для залучення інвестицій у транспортну галузь, розвитку інноваційних підприємств та формування нових цифрових ринків послуг. Водночас впровадження цифрових технологій потребує значних фінансових ресурсів, модернізації існуючої інфраструктури та підготовки кваліфікованих кадрів.

Окремо слід відзначити питання кібербезпеки, оскільки цифрові транспортні системи стають потенційно вразливими до зовнішніх втручань. Забезпечення захисту даних та стабільності роботи інтелектуальних систем є важливою умовою ефективного функціонування сучасної транспортної інфраструктури [1].

В Україні процес цифровізації транспорту перебуває на етапі активного розвитку. У великих містах впроваджуються системи GPS-моніторингу громадського транспорту, електронні квитки та елементи автоматизованого управління дорожнім рухом. Подальший розвиток цієї сфери залежить від рівня державної підтримки, інвестиційної активності та гармонізації нормативно-правової бази з європейськими стандартами [8].

Таким чином, цифровізація транспортної інфраструктури є важливим напрямом розвитку сучасних міст в умовах концепції Smart City. Вона дозволяє підвищити ефективність транспортної системи, покращити якість обслуговування населення та оптимізувати використання ресурсів.

Впровадження інтелектуальних транспортних систем, електронних сервісів та технологій аналізу даних сприяє зменшенню заторів, підвищенню безпеки дорожнього руху та розвитку сучасної міської економіки. У перспективі цифровізація транспорту стане одним із ключових факторів сталого розвитку міст України.

Список використаних джерел

1. Міністерство цифрової трансформації України. Цифрова трансформація України: стратегічні напрями розвитку. Київ, 2024. URL: <https://thedigital.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).
2. Міністерство розвитку громад та територій України. Стратегія розвитку міської мобільності в Україні. Київ, 2023. URL: <https://www.minregion.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).
3. Державна служба статистики України. Транспорт і зв'язок України у 2023 році. Київ, 2024. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).
4. Міністерство інфраструктури України. Стратегія розвитку транспортної системи України до 2030 року. Київ, 2023. URL: <https://mtu.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).

5. Київська міська державна адміністрація. Концепція Smart City у місті Києві. Київ, 2023. URL: <https://kyivcity.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).

Державне агентство з питань електронного урядування України. Електронні сервіси в транспортній сфері. Київ, 2024. URL: <https://e.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).

6. Укравтодор. Розвиток транспортної інфраструктури України: сучасний стан та перспективи. Київ, 2024. URL: <https://ukravtodor.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).

7. Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України. Цифрова трансформація економіки України: виклики та перспективи розвитку. Київ, 2023. URL: <https://www.nas.gov.ua> (дата звернення: 14.05.2026).

8. Національний транспортний університет. Інтелектуальні транспортні системи та цифровізація міської інфраструктури: сучасні підходи. Київ, 2024. URL: <https://ntu.edu.ua> (дата звернення: 14.05.2026).

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У БУДІВНИЦТВІ

Ценко К.Т.

здобувачка освіти ОПП Будівництво та цивільна інженерія
ВСП “Стрийський фаховий коледж Львівського НУП”

Бабій Н.І.

викладач вищої категорії
ВСП “Стрийський фаховий коледж Львівського НУП”

На сучасному етапі розвитку будівельної сфери одним із пріоритетних завдань є підвищення енергетичної ефективності споруд. Це зумовлено необхідністю економії енергетичних ресурсів, зниженням експлуатаційних витрат, а також посиленням екологічних вимог до об'єктів будівництва [1].

Значна частина енергетичних втрат у будівлях виникає через недостатню теплоізоляцію огорожувальних конструкцій, неефективні інженерні системи та використання застарілих технологічних рішень. Саме тому сучасне будівництво орієнтується на використання інноваційних матеріалів і технологій, що дозволяють забезпечити високий рівень енергоощадності [2].

Одним із найбільш результативних способів зменшення енергоспоживання є застосування сучасних теплоізоляційних матеріалів. Серед них широкого використання набули базальтова вата, екструдований пінополістирол, пінополіуретанові системи та багатошарові теплоізоляційні панелі. Використання таких матеріалів сприяє збереженню тепла в холодний період року та захисту приміщень від перегріву в літній сезон [3].

Важливим складником енергоефективного будівництва є встановлення високоякісних світлопрозорих конструкцій. Енергозберігаючі склопакети з низькоемісійним покриттям, заповненням інертним газом та вдосконаленими профільними системами значно знижують тепловтрати через віконні прорізи [2].

Суттєвого розвитку набувають цифрові технології управління інженерними системами будівель. Автоматизовані системи контролю дозволяють регулювати роботу опалення, вентиляції, кондиціонування та освітлення залежно від реальних потреб користувачів. Такий підхід сприяє суттєвому скороченню енергоспоживання та оптимізації витрат [4].

Важливим напрямом удосконалення енергоефективного будівництва є використання сучасних будівельних конструкцій із підвищеними теплофізичними характеристиками. До таких належать багатошарові фасадні системи, вентилявані фасади та конструкції з мінімальними показниками теплопровідності. Їх застосування забезпечує не лише зниження тепловтрат, а й підвищення довговічності споруд, захист конструктивних елементів від впливу зовнішніх чинників та покращення архітектурної виразності будівель [3].

Не менш важливим чинником підвищення енергоефективності є раціональне проектування будівель на початкових стадіях розроблення проектною документації. Орієнтація будівлі відносно сторін світу, оптимальне розташування віконних прорізів, використання природного освітлення та врахування кліматичних особливостей регіону дають можливість суттєво скоротити

енергоспоживання без значного збільшення вартості будівництва. Саме комплексний підхід до проектування є основою формування сучасного енергоефективного середовища [4].

Перспективним напрямом є інтеграція альтернативних джерел енергії. Використання фотоелектричних панелей, теплових насосів, рекуператорів і сонячних колекторів створює можливість часткового або повного енергозабезпечення будівлі за рахунок відновлюваних ресурсів [5].

Окрему увагу слід приділити концепції пасивного будинку, яка передбачає комплексне використання конструктивних і технологічних рішень для мінімізації споживання енергії. Такі будівлі характеризуються герметичністю, якісною теплоізоляцією, продуманою орієнтацією відносно сонячного освітлення та застосуванням рекуперації повітря. Для України впровадження енергоефективних технологій є особливо актуальним. У сучасних умовах це дозволяє не лише скоротити витрати на енергоресурси, а й сприяє зміцненню енергетичної безпеки держави, модернізації будівельної галузі та підвищенню рівня комфорту населення.

Отже, застосування сучасних енергоефективних технологій у будівництві є одним із ключових напрямів технічного розвитку галузі. Комплексне використання інноваційних теплоізоляційних матеріалів, енергоощадних світлопрозорих конструкцій, автоматизованих систем управління інженерним обладнанням та відновлюваних джерел енергії забезпечує суттєве зниження енергетичних витрат під час експлуатації будівель. Практичне впровадження таких рішень сприяє не лише економії ресурсів, але й підвищенню довговічності будівельних конструкцій, покращенню мікроклімату приміщень та зменшенню шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Перспективи розвитку енергоефективного будівництва в Україні безпосередньо пов'язані з удосконаленням нормативної бази, активним залученням інвестицій у модернізацію будівельної сфери, впровадженням європейських стандартів та підвищенням професійної підготовки фахівців. Таким чином, подальший розвиток енергоефективних технологій має стати стратегічним пріоритетом будівельної галузі, оскільки саме він забезпечує поєднання економічної ефективності, технічної інноваційності та екологічної відповідальності.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ : Мінрегіон України, 2021. 45 с.
2. Дешко В. І. Енергоефективність у будівництві // Вісник КПІ. 2021. № 3. С. 120–128.
3. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 01.01.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 05.05.2026).
4. Савицький М. В., Бондаренко О. М. Сучасні технології енергозбереження у будівництві // Будівельне виробництво. 2023. № 75. С. 45–51.
5. Фаренюк Г. Г. Основи енергоефективності будівель. Київ : Основа, 2020. 312 с.

ВИДИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ЇХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Вільковський Є.К. к.т.н., доцент

Козак А.В.

Львівський фаховий коледж

Львівського національного
університету природокористування

У сучасних умовах розвитку транспортної галузі особливої актуальності набуває впровадження екологічно безпечних та енергоефективних транспортних засобів. Постійне зростання цін на традиційні види палива, посилення екологічних вимог щодо зменшення шкідливих викидів, а також необхідність раціонального використання енергетичних ресурсів сприяють активному розвитку електричного транспорту.

Електромобілі розглядаються як одна з найбільш перспективних альтернатив автомобілям з двигунами внутрішнього згорання, оскільки характеризуються високою енергоефективністю, меншим рівнем шуму під час роботи та відсутністю локальних викидів шкідливих речовин у процесі експлуатації. Окрім цього, використання електричного транспорту дозволяє зменшити залежність від нафтопродуктів і сприяє переходу до більш сталої моделі транспортної системи.

Разом із перевагами електромобілі мають низку технічних та економічних обмежень, серед яких висока вартість акумуляторних батарей, недостатньо розвинена зарядна інфраструктура, обмежений запас ходу та складність утилізації використаних елементів живлення. Саме тому виникає необхідність комплексного аналізу різновидів електромобілів, їх конструктивних особливостей, принципів роботи та оцінки ефективності використання.

Метою даної роботи є дослідження основних видів електромобілів, аналіз їх технічних характеристик, переваг і недоліків, а також проведення техніко-економічної оцінки доцільності використання електричного транспорту в сучасних умовах.



Електричні

Гібридні

Водневі

Плагін-гібридні

Рис. 1. Різновиди електромобілів.

Різновиди електромобілів:

EV (Electric Vehicle), «електричний автомобіль». Часто саме цією аббревіатурою позначають самі різні типи електромобілів. Такі машини приводяться в рух одним або декількома електродвигунами і використовують як «паливо» електричну енергію. Однак на практиці деякі в поняття «EV» закладають також гібриди, а саме – плагін, оскільки такі машини теж живляться від електрики, хоча і частково;

ZEV (Zero emission vehicle) – автомобіль з нульовим рівнем шкідливих викидів;

BEV (Battery Electric Vehicle) - електромобіль лише з тяговою батареєю;
HEV (Hybrid Electric Vehicle) – гібрид, автомобіль з повним гібридним приводом, може виконуватись з послідовною чи паралельною схемою включення силових елементів;

PHEV (Plugin Hybrid Electric Vehicle) – плагін-гібрид, автомобіль з повним гібридним приводом і можливістю заряджання від зовнішнього джерела струму;

FCBEV – (Fuel cell Electric Vehicle) - автомобілі на паливних елементах. У такому автомобілі використовується паливний елемент замість батареї або у поєднанні з батареєю або для живлення бортового електродвигуна. За принципом зворотного електролізу виробляються вода і енергія, які можуть накопичуватися і використовуватися для приведення в рух автомобіля;

FCEV (Fuel cell Electric Vehicle) - електромобілі на паливних елементах. Вони, як і BEV, працюють тільки на електродвигуні. Відмінність — джерело енергії не батареї, а водневі паливні елементи.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ПЕРЕВАГИ

1. *Зниження шкідливого впливу на довкілля.* Електромобілі істотно зменшують викиди шкідливих речовин в атмосферу в порівнянні з автомобілями з ДВЗ. Це пов'язано з тим, приблизно 90% енергії від батареї перетворюється на механічну енергію, решта 10% - втрати у двигуні та трансмісії. Це означає, що к.к.д. (коефіцієнт корисної дії) електродвигуна досягає 90%, тоді як к.к.д. бензинового двигуна - до 35% [1, 3], а дизеля - до 40%.

2. *Економія коштів на експлуатацію та технічне обслуговування електромобіля.* Витрати коштів за електроенергію при заряджанні електромобіля значно нижчі ніж витрати на автомобільне паливо. На технічне обслуговування та поточний ремонт також нижчі витрати, оскільки зменшуються обсяги необхідних регламентних робіт [2]. Так, не потрібно міняти масло кожні десять тисяч кілометрів пробігу, відсутня і потреба в повітряному фільтрі двигуна. У технічне обслуговування входить лише заміна масла в редукторі та гальмівної рідини приблизно раз на 40 тисяч кілометрів, заміна гальмівних колодок та дисків здійснюється за потребою, заміна салонного фільтра.

3. *Простота конструкції і управління, висока надійність та довговічність екіпажної частини (20-25 років).* Вказана перевага сприяє тому, що електромобіль, маючи меншу кількість деталей, які можуть вийти з ладу, характеризується високим рівнем надійності при його експлуатації.

4. *Безшумність.* Електромобілі набагато тихіші за свої бензинові та дизельні аналоги, що робить їзду на них більш комфортною. У машині набагато тихіше, оскільки електромотор працює майже безшумно. Чутно лише шум шин, зовнішню обстановку і, іноді, незначне виття електро-мотора в деяких моделях.

5. *Можливість підзарядки від побутової електричної мережі.* Такий спосіб заряджання електромобілів від звичайної розетки є можливим, хоча він триває в 5-10 разів довше (близько 6-10 годин), аніж від спеціального високовольтного зарядного пристрою.

6. *Вирішення проблеми «енергетичного піку» в електромережі.* Масове застосування електромобілів може допомогти вирішити вказану проблему за рахунок підзарядки акумуляторів у нічний час.

7. *Безпечність конструкції.* Через відсутність важких масивних агрегатів в передній частині ризик травм при лобовому зіткненні значно нижчий.

8. *Зручність користування.* Електромобіль більш динамічний в порівнянні з однотипним автомобілем. Багато електромобілів включають найсучасніші інноваційні технології.

НЕДОЛІКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

1. *Порівняно висока ціна.* Якщо порівнювати звичайний автомобіль з ДВЗ з електромобілем одного класу і зі схожими характеристиками, то вартість останнього буде відчутно вище. Пояснюється це значною мірою менш масовим виробництвом електромобілів і високою ціною акумуляторних батарей, що пов'язано з високою ціною матеріалів, необхідних для виготовлення сучасних типів батарей. Щоб забезпечити електромобілю великий запас ходу, в нього встановлюють потужні акумуляторні батареї, що складаються з великої кількості елементів живлення. Гарантія на них від виробника становить 5-8 років. Зрозуміло, експлуатувати їх можна відчутно довше, але по закінченню цього терміну їх ємність знизиться до 70%. І продовжить знижуватися, що буде позначатися на запасі ходу. Доведеться задуматися про повну заміну всіх акумуляторів, що в підсумку обернеться чималими фінансовими витратами.

2. *Тривала зарядка електромобіля.* Якщо заряджати батареї автомобіля від домашньої електромережі з напругою 220В, то процес відновлення їх ємності займе 8-12 годин. Спеціальні станції швидкого заряджання дозволяють відновити рівень енергії до 80% всього за 30-40 хвилин. Але навіть такий термін може виявитися занадто довгим, виходячи з потреби оперативності використання транспортного засобу. В цьому випадку автомобілі з ДВЗ виглядають набагато вигідніше, оскільки залити паливо в бак - справа 5 хвилин.

3. *Безшумність електромобілів.* Тиша в салоні такого автомобіля є однозначним плюсом для водія і пасажирів. Але практично безшумна їзда може стати причиною аварій за участю пішоходів. Вони просто не почують коли під'їжджає автомобіль, необачно ступивши на проїзну частину дороги. У цьому випадку багато залежить від реакції водія електромобіля.

4. *Відсутність відповідної інфраструктури.* Стаціонарних зарядних станцій, що дозволяють відносно швидко відновити заряд акумуляторів, недостатньо навіть у великих містах. У більшості населених пунктах їх зовсім може не виявитися. Також проблеми можуть виникнути з технічним обслуговуванням і ремонтом електромобілів, купівлею нових запчастин і акумуляторів.

5. *Обмеження запасу ходу взимку.* Через включення обігріву салону, керма та сидінь запас ходу при низьких температурах знижується в середньому на 25-30% [4].

6. *Проблеми утилізації акумуляторів.* Такі проблеми пов'язані з тим, що акумулятори часто містять отруйні компоненти (свинець, літій та ін.) [5].

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз видів електромобілів та їх техніко-економічних характеристик показав, що електричний транспорт є перспективним напрямом розвитку сучасної автомобільної галузі. Основними різновидами електромобілів є батарейні електромобілі (BEV), гібридні автомобілі (HEV), плагін-гібриди

(PHEV) та автомобілі на водневих паливних елементах (FCEV), кожен із яких має свої конструктивні особливості та сферу застосування.

Встановлено, що головними перевагами електромобілів є високий коефіцієнт корисної дії електродвигуна, зменшення шкідливих викидів у навколишнє середовище, нижчі витрати на експлуатацію та технічне обслуговування, простота конструкції, низький рівень шуму та можливість заряджання від побутової електромережі. Крім цього, розвиток електротранспорту сприяє зменшенню залежності від традиційних нафтопродуктів та підвищенню енергетичної безпеки держави.

Разом із тим використання електромобілів супроводжується рядом недоліків, серед яких висока початкова вартість, тривалий час заряджання, недостатній розвиток зарядної інфраструктури, зниження запасу ходу в зимовий період та проблеми утилізації відпрацьованих акумуляторних батарей.

Отже, подальше поширення електромобілів в Україні потребує розвитку мережі зарядних станцій, удосконалення технологій акумуляування електроенергії, зниження вартості батарей та створення ефективної системи переробки акумуляторів. За умови вирішення зазначених проблем електромобілі можуть стати важливою складовою екологічно безпечної транспортної системи майбутнього.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Боярчук В.М., Гриник І.В. Електромобілі: сучасний стан та перспективи розвитку // Автомобільний транспорт. – 2023. – № 51. – С. 45–52.
2. Крайник Л.В., Романишин Я.М. Аналіз експлуатаційних характеристик електромобілів в Україні // Вісник машинобудування та транспорту. – 2022. – № 16(2). – С. 78–84.
3. Larminie J., Lowry J. Electric Vehicle Technology Explained. – 2nd ed. – Wiley, 2012. – 328 p.
4. International Energy Agency. Global EV Outlook 2024. Paris: IEA, 2024.
5. Gaines L. Lithium-ion battery recycling processes: Research towards a sustainable course // Sustainable Materials and Technologies. – 2023. – Vol. 36.
6. Hannan M.A., Hoque M.M., Mohamed A. Review of energy storage systems for electric vehicle applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2022. – Vol. 153.

ЗАПАС ХОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Вільковський Є.К. канд. техн. наук, доцент

Козак В.М.

Львівський фаховий коледж

Львівського національного

Університету природокористування

ВСТУП

Стрімкий розвиток електричного транспорту зумовлює необхідність детального аналізу експлуатаційних характеристик електромобілів, серед яких одним із найважливіших параметрів є запас ходу. Саме величина максимальної відстані, яку транспортний засіб може подолати на одному заряді акумуляторної батареї, значною мірою визначає практичність використання електромобіля як у міських умовах, так і під час далеких поїздок.

На запас ходу електромобіля впливають конструктивні особливості транспортного засобу, технічний стан його основних систем, стиль керування, дорожні та кліматичні умови експлуатації. Окрему роль відіграють методики визначення запасу ходу, що базуються на стандартизованих їздових циклах тестування, які застосовуються в різних країнах світу.

У зв'язку з цим актуальним є дослідження факторів, що впливають на енергоспоживання електромобіля, а також аналіз основних міжнародних стандартів оцінювання запасу ходу, зокрема NEDC, WLTP, EPA, JC08 та CLTC [1, 3].

Метою роботи є аналіз основних чинників, які визначають запас ходу електромобіля, та порівняння міжнародних методик його оцінювання.

На величину запасу ходу електромобіля впливає ціла низка факторів. Розглянемо основні з них[1].

Ємність акумуляторних батарей: Чим більше ємність акумуляторних батарей, тим більше енергії може бути накопичено, і тим більшу відстань може проїхати електромобіль після циклу його повної зарядки. Ємність батарей залежить в першу чергу від їх типу, часу використання та стану[2].

Ефективність функціонування електроприводу, електричної системи живлення: У електромобіля двигун не нагрівається та не здатен віддавати тепло, отже для обігріву в холодну пору, електромобіль використовує електричні обігрівачі, які живляться від акумуляторної батареї.

Ступінь оснащення і різниця в комплектаціях: Кожен електромобіль може мати різний рівень оснащення. Двобонний клімат-контроль, підігрів та наявність масажеру сидінь, велика кількість динаміків та потужна аудіосистема, наявність різних систем, пов'язаних з забезпеченням безпеки руху, все це потребує додаткової енергії.

Обриси форма кузова: Мінімальна величина опору рухові електромобіля повітря досягається при найменшому значенні величини коефіцієнта аеродинамічного опору, який визначається досконалістю форми кузова.

Технічний стан електромобіля: Цей параметр визначається номінальними величинами кутів установки керованих коліс (розвал та сходження), регулюванням елементів гальмівної системи, підшипників коліс та ін.

Шини: Відповідність типу та розміру шин заводській інструкції та номінальний тиск у шинах можуть істотно знизити споживання енергії з батареї та збільшити запас ходу.

Стиль водіння: Інтенсивне, прискорення, часті гальмування та високі чи занижені швидкості руху можуть збільшити енергоспоживання та привести до скорочення запасу ходу.

Дорожні умови руху: Пересіченість місцевості (часті підйоми та спуски та їх протяжність), ступінь рівності Дорожного покриття (наявність вибоїн), тип дорожнього покриття та наявність перешкод можуть вплинути на витрату енергії[3].

Погодні умови: Температура довкілля впливає на продуктивність акумулятора. При низьких температурах акумулятор може віддавати менше енергії, що приводить до скорочення запасу ходу[4].

Ефективність роботи системи рекуперативного гальмування: Дана система, яка ще носить назву KERS (система рекуперації кінетичної енергії), визначає кількість енергії, яка генерується і скеровується в систему енергозабезпечення електромобіля при його гальмуванні.

Розрахунок запасу ходу електромобіля ґрунтується на спеціальних, так званих їздових циклах тестування, які мають наступні назви : NEDC, WLTP , EPA та JC08:

Цикл NEDC (New European Driving Cycle) – це стандартизований цикл у Європейському Союзі. Цикл складається з певної послідовності дорожніх ситуацій та швидкостей, які моделюють типові умови міського та заміського руху. Він включає дві основні частини: циклу холодного старту і циклу гарячого старту. Цикл холодного старту починається з руху електромобіля в холодному стані, і він включає різні його фази , такі як прискорення, постійна швидкість, сповільнення і зупинка. Цикл гарячого старту включає додаткові фази, які моделюють рух на більш високих швидкостях та включення різних систем електромобіля, таких як кондиціонер або обігрівач. Під час виконання циклу NEDC електромобіль проходить через певні швидкісні зони, включаючи низьку, середню та високу швидкість. Також у циклі передбачені фази сповільнення та зупинки, щоб врахувати реальну поведінку автомобіля у різних умовах руху. Цей вимірювальний цикл почали використовувати з 1 січня 2000 року , він описує рух у місті та на трасі. Загалом цикл NEDC розрахований на проходження дистанції в 11 км протягом близько 20 хвилин. Середня швидкість вимірювального циклу становить 33,6 км/год; протягом усього циклу виконується 12 зупинок та розгонів. Так, імітація руху в місті (Urban Driving Cycle) має на увазі 4 окремі блоки: кожен тривалістю 195 секунд і з дистанцією 1,013 км. Під час цих тестових блоків автомобіль розганяється до швидкості 18-32-50 км/год; середня швидкість становить 18,7 км/год. Заміський рух імітується одним окремим блоком (Extra Urban Driving Cycle): 400 секунд; 6,955 км; середня швидкість руху 62,6 км/год; максимум автомобіль розганяється до 120 км/год. А тепер про послаблення,

характерні для циклу NEDC. По-перше, цей цикл проводиться з відключенням споживачів енергії: вимкнені фари, двірники, аудіосистема, кондиціонер та ін. По-друге, всі розгони дуже м'які та неквапливі: на розгін 0-50 км/год відводиться 26 секунд; на розгін 0-70 км/год дається 41 секунда. Та й максимальні трасові швидкості не надто високі. Тобто вимірювальний цикл NEDC розраховано під неквапливих європейців: у місті швидкість руху не більше 50 км/год під контролем камер відеоспостереження; неспішні розгони та повільна їзда трасою. Отже цикл NEDC має деякі недоліки. По-перше, він був розроблений тоді, коли електромобілі мали інші технічні характеристики, по-друге, він не враховує впливу факторів, таких як трафік, маршрут та індивідуальний стиль водіння, які можуть суттєво впливати на показники. У зв'язку з цим, з 2017 року в Європейському союзі цей цикл було замінено на новий цикл WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure).

Цикл WLTP розроблено з урахуванням більш сучасних режимів руху. Цикл WLTP є послідовністю різних фаз, що імітують реальні умови руху в міській та заміській місцевості. Він включає різноманітні ситуації, такі як прискорення, гальмування, постійна швидкість і сповільнення, а також врахування різних факторів, таких як маса електромобіля, аеродинамічні властивості, опір коченню і ефективність системи кондиціонування.

Цикл WLTP більш тривалий і складніший, ніж його попередник. Він включає більш високі швидкості, більшу частку прискорення і сповільнення, а також більше періодів руху з постійною швидкістю[5].

По-перше, він більш поширений: з часу запровадження він діє на всіх ключових континентах. По-друге, цикл WLTP досить жорсткий і великий: його тривалість становить рівно 30 хвилин; тестова дистанція перевищує 23 км; рівень прискорення (динаміки розгону) буде найвищим серед усіх описаних циклів виміру. Цикл складається з чотирьох частин: по парі для опису міського руху та їзди трасою. У ході двох частин «міської поїздки» автомобіль розганяється до швидкостей 56,5 км/год та 76,6 км/год; під час двох частин «поїздки трасою» максимальні швидкості досягають величини 97,4 км/год і навіть 131,6 км/год – тобто цей цикл описує дуже, швидко та динамічну їзду. А ще – розподіл електромобілів за класами, виходячи з їхнього енергооснащення (відношення потужності електродвигунів до маси). Спочатку здійснюється повний розряд батареї згідно з рекомендаціями виробника, потім 12 годин триває повне зарядження та витримка батареї.

Цикл EPA (Environmental Protection Agency) – це стандартний тестовий цикл, розроблений Агентством з охорони довкілля США. Цикл включає різні фази руху, які моделюють типові умови міського і трасового руху. Він складається з двох частин: циклу міського руху (City Cycle) і циклу трасового руху (Highway Cycle). Обидва цикли мають певні профілі швидкості та часові інтервали, які відповідають реальним умовам руху.

Цикл міського руху (City Cycle) включає фази акселерації, сповільнення та зупинки, які імітують рух у міському середовищі з частими заторами та перехрестями. У цьому циклі враховується велика кількість зупинок та низька середня швидкість руху. Цикл трасового руху (Highway Cycle) моделює рух на

відкритих трасах чи швидкісних дорогах. Він включає фази постійної швидкості та помірного прискорення, щоб відобразити типові умови руху на трасі. У 2020 році до циклу тестування ЕРА були внесені зміни, щоб ще більше наблизитись до реальних умов експлуатації електромобілів. Оновлений цикл, відомий як WLTP-based Fuel Economy Test Procedure, базується на стандарті вимірювання WLTP і пропонує більш точні та надійні результати оцінки.

Японський вимірювальний цикл JC08 був ще у 2007 році, але він існував паралельно із попереднім японським циклом «10*15» до 2010 року та лише з початку 2011 року вимірювальний цикл JC08 став єдиним для Японії[6].

Цей цикл триває 1205 секунд, за цей час автомобіль проїжджає відстань 8,17 км. Середня швидкість під час вимірювального циклу JC08 становить 24,4 км/год, максимальна швидкість складає 81,6 км/год. Цей цикл має низку цікавих нюансів: наприклад, прискорення тут чи не найвище порівняно з вимірювальними циклами NEDC та ЕРА. У той же час, є ще один нюанс, який дуже важливий для електромобілів та гібридів – вимірювальний цикл JC08 загалом передбачає зупинку загальною тривалістю майже 30% всього часу. Тобто із загальної тривалості вимірювального циклу JC08 близько 20 хвилин електромобіль стоїть на місці 6 хвилин. У такому випадку електромобіль практично не споживає енергію – в тому і причина завищеної дистанції пробігу згідно із вимірювальним циклом JC08. У результаті вимірювальний цикл JC08 добре відтворює рух у щільному міському трафіку: зупинки, затори, простої перед світлофорами, динамічний розгін на перехресті. Але він занадто ідеалізований і практично не враховує рух трасою з високою швидкістю.

CLTC (China Light-Duty Vehicle Test Cycle)

Для китайських електромобілів стали частіше наводитися дані пробігу за місцевим стандартом CLTC, який за параметрами досить близький до циклу NEDC. Він передбачає більш плавне прискорення (0,45 м/с² проти 0,53 у WLTP) і низьку середню швидкість (28,96 км/год проти 46,42 км/год у циклі WLTP).

Розбіжність запасу ходу при використанні різних циклів являється досить суттєвою, вона може складати 25-30 %. Наприклад, запас ходу для перших моделей електромобіля Nissan Leaf був заявлений на рівні 160 км (американський вимірювальний цикл ЕРА), він же склав 175 км (європейський вимірювальний цикл NEDC) та 200 км (японський вимірювальний цикл JC08).

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного аналізу встановлено, що запас ходу електромобіля залежить від комплексу технічних, експлуатаційних та зовнішніх факторів. Найбільший вплив мають ємність і технічний стан акумуляторної батареї, ефективність роботи електроприводу, аеродинамічні характеристики кузова, параметри шин, стиль водіння, погодні умови та особливості дорожнього покриття.

Визначено, що суттєвий вплив на офіційно заявлений виробником запас ходу мають застосовувані стандартизовані цикли тестування. Цикл NEDC характеризується найбільш оптимістичними результатами та недостатньо відображає реальні умови експлуатації. Більш наближеним до сучасних умов руху є цикл WLTP, який враховує вищі швидкості, динамічніші режими руху та

додаткові експлуатаційні фактори. Американський цикл ЕРА вважається одним із найбільш реалістичних, тоді як японський JC08 та китайський CLTC демонструють дещо завищені показники запасу ходу.

Отже, при виборі електромобіля необхідно враховувати не лише заявлені виробником характеристики, але й методику визначення запасу ходу, а також реальні умови подальшої експлуатації транспортного засобу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Larminie J., Lowry J. *Electric Vehicle Technology Explained*. – 2nd ed. – Wiley, 2012. – 328 p.
2. Nissan Motor Corporation. *Nissan Leaf Technical Specifications and Owner Information*.
3. Hannan M.A., Azidin F.A., Mohamed A. Hybrid electric vehicles and battery electric vehicles: energy management and range analysis // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2022. – Vol. 154.
4. International Energy Agency. *Global EV Outlook 2024*. Paris: IEA, 2024.
5. European Commission. *WLTP facts and vehicle testing procedures*. – Brussels, 2023.
6. U.S. Environmental Protection Agency. *Electric Vehicle Range Testing and Fuel Economy Guide*. – Washington, 2024.

УНІКАЛЬНІ ЕЛЕКТРОМОБІЛІ

Вільковський Є.К. к.т.н, доцент
Оліфер О.В.

Львівський фаховий коледж
Львівського національного
університету природокористування

OLYMPIAN 01 (ВЕЛИКОБРИТАНІЯ)

Цю модель можна назвати найкласичнішим електромобілем із сучасних моделей. Однак класичні елементи присутні тільки в інтер'єрі та екстер'єрі, технологічна база моделі вартує особливої уваги. Модель нагадує Buick и Bugatti з сучасними технологіями.

Електромобіль являє собою чотиридверний седан із приводом на задні колеса та кузовом з титанового сплаву та вуглецевого волокна. Міцна капсула дозволила обійтися без центральних стояків і зробити задні двері такими, що відкриваються проти основного ходу.

Модель оснащена електричним двигуном потужністю 310 к.с., який розвиває крутний момент 414 Нм, здатний розганяти її до швидкості 100 км/год за 5,7 с. На електромобілі встановлені літій-іонні батареї ємністю 82 кВт*год, які створюють напругу 400 вольт.

Габаритна довжина Olympian 01 - 4960 мм, ширина - 1889 мм, висота - 1637 мм, колісна база - 2758 мм. Маса електромобіля складає 2045 кг.

Інтер'єр Olympian 01 витриманий у безкомпромісному ретро-стилі: передні сидіння встановлені на блискучі металеві санки, керування трансмісією покладено на високий важіль для підлоги, на передній панелі - лише аналогові циферблати і всього пара хромованих тумблерів.

В обробці використовуються екзотичні породи дерева, шовк, кашемір, сталь та титан – ніякого пластику. Величезна кількість кнопок та перемикачів замінено HUD-дисплеєм на лобовому склі та системою голосових команд. Користувачі за допомогою голосу можуть керувати режимами роботи системи обігріву та кондиціонування, мультимедійним центром та освітленням. Система пасивної безпеки представлена 9 подушками безпеки та багатошаровим склом.



Рис. 1. Olympian 01.

Дизайн електромобіля виконаний у дусі японської естетичної концепції вабі-сабі, що асоціюється зі скромністю, справжністю та недосконалістю. Модель не копіює будь-яку модель автомобіля з минулого, а є якимось збірним чином

автомобілів першої половини ХХ століття, але при цьому в його конструкції використовуються матеріали ХХІ століття

Olympian 01 доступний у більш ніж 50 різних колірних поєднаннях кузова. Фінальна вартість технологічного ретроавтомобіля становить близько 80 тисяч доларів США. Тест-драйви доступні у Сполучених Штатах Америки з квітня місяця, а перші замовники отримали свої Model 01 у травні 2024 року.

OLYMPIAN MODEL 84 (ВЕЛИКОБРИТАНІЯ)

Компанія Olympian Motors зуміла вдало поєднати минуле та майбутнє, представляючи Модель 84, називаючи її першим електричним позашляховиком з відкидним верхом. Електромобіль оснащений проекційним дисплеєм доповненої реальності, що проектується на лобове скло, це замінює цифрові 2D-екрани, що зазвичай зустрічаються в комерційних автомобілях.

Чотиримісний електричний позашляховик без даху виготовлений із титану та вуглецевого волокна, щоб захистити водіїв у разі аварій та ударів. У середині Моделі 84 компанії Olympian Motors салон оснащений дев'ятьма подушками безпеки для захисту пасажирів від ударів. Також можна розмістити до двох автокрісел, закріпивши їх у задній частині електричного позашляховика, а скляний навіс та вікна ламіновані, тому вони не б'ються і не розбиваються на уламки або великі шматки. В електромобілі використовуються високоякісні матеріали, включаючи екзотичну деревину, сталь, кашемір та шовк, без дешевого пластику, шпону та токсичних хімікатів.

Розкішний мінімалізм - це те, що випромінює салон Моделі 84. Електричний позашляховик не містить перепоповненої кабіни, оскільки команда дизайнерів забезпечує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача і прибирає 80 відсотків кнопок і перемикачів, які є в типовій кабіні водія. Їх замінює проекційний дисплей доповненої реальності, що миготить на лобовому склі, а система працює на власній операційній системі Olympian. Операційна система зосереджена на голосових командах для управління інформаційно-розважальною системою, системою опалення, вентиляції та кондиціонування, сидіннями, дверима та системами освітлення, щоб водії могли зосередитися на керуванні автомобілем.



Рис. 2. Olympian model 84

Електромобіль отримав електричний двигун потужністю 340 к. с. з крутним моментом 480 Н·м, а ємність акумуляторної літій-іонної батареї становить 89 кВт*год. Розгін до 100 км/год складає 8,1 с., а максимальна швидкість сягає 257 км/год. Запас ходу - 540 км.

В цілому позашляховик має дещо незвичний дизайн у дусі моделей позашляховиків британської компанії Land Rover, що були створені у перші повоєнні роки з широким використанням в якості конструктивних елементів дюралюмінієвих профілів, які в роки війни слугували для виготовлення літальних апаратів і тоді їх було в достатній кількості

TESLA CYBERTRUCK (США)

Tesla Cybertruck це перший легкий вантажний електромобіль у модельному ряді компанії Ілона Маска. Він дивує своїм футуристичним зовнішнім виглядом: якщо всі попередні автомобілі компанії мали обтічні форми кузова, то цей електрокар отримав незграбний, рубаний дизайн. Він має значні технічні характеристики, які випереджають всіх існуючих на ринку конкурентів.

Електромобіль виготовляється у трьох комплектаціях. Вони відрізняються кількістю електродвигунів: будуть доступні версії з 1, 2 та 3 електродвигунами.

Кузов електромобіля виконаний із надміцної холоднокатаної сталі. Саме цим і обумовлена його незвичайна форма - зробити кузов обтічним з такого матеріалу практично неможливо. Що стосується інтер'єру, то всередині автомобіль виглядає ще мінімалістичніше, ніж попередні моделі. Замість звичного керма у нього – штурвал. По центру панелі приладів — 17-дюймовий дисплей управління електромобілем.



Рис.3. Tesla Cybertruck.

ПЕРСПЕКТИВНІ МОДЕЛІ КОМПАНІЇ TESLA

Компанія Tesla Ілона Маска 11 жовтня 2024 року представила безпілотне двомісне таксі **Cybercab** та безпілотний мікроавтобус **Robovan**.

Масове виробництво Cybercab планується розпочати на заводах Tesla у 2026 році. У Cybercab відсутні кермо та педалі управління, а двері відкриваються вгору. Його ціна становитиме менше ніж 30 тисяч доларів. Вже виготовлено 50 таких таксі. Ілон Маск пообіцяв, що безпілотні автомобілі забезпечать безпеку руху в 10-20 разів вищу, ніж у автомобілів, керованих водієм.

Представлений компанією мікроавтобус Robovan має футуристичний дизайн і вміщує до 20 осіб і може використовуватися також для перевезення вантажів. Корпус Robovan, як і Cybercab, виготовлений з нержавіючої сталі. Обидві моделі не мають роз'ємів для зарядки і заряджатимуться індукційним способом, тобто без кабелю, на спеціальних майданчиках.



Рис. 4. Двомісне таксі Cybercab.

В ближчій перспективі кількість цих електромобілів буде незначною, а законодавство у багатьох країнах ще не дозволяє використовувати безпілотний транспорт на загальних дорогах. Глава Tesla Ілон Маск вже з 2016 року неодноразово обіцяв, що його компанія незабаром зробить прорив у галузі безпілотних автомобілів.



Рис. 5. Мікроавтобус - фургон Robovan.

APTERA (США)

Компанія Aptera Motors обіцяє, що вже незабаром світ побачить електромобіль Aptera Solar EV з небаченим раніше запасом ходу понад

1600 км. Автономність автомобіля забезпечить акумуляторна батарея ємністю 100 кВт*год та сонячна панель, яка покриває весь дах транспортного засобу (понад 180 фотоелементів). За словами інженерів компанії, залежно від погодних умов, сонячна батарея дозволить додати до 64 км. пробігу на день. У разі опції з батареями на капоті та багажнику до цього показника можна приписати ще 38 км. Таким чином, теоретично водієві може не знадобитися додаткова зарядка від мережі. Загальна конфігурація 2-х місного електромобіля нагадує собою фюзеляж літака без крил: плавна форма легкового кузова, виготовленого з вуглецевого та конопляного волокна та кевлару, забезпечує завидний коефіцієнт аеродинамічного опору – 0,13. Передньопривідний Aptera EV досягне швидкості 100 км/год за 6 с., а повнопривідна версія - за 4 с. Максимальна швидкість електромобіля складе 177 км/год. Aptera Motors планує продавати різні модифікації за ємністю акумуляторної батареї. При цьому

найменший варіант отримає батарею лише на 25 кВт*·год із запасом ходу близько 400 км. Максимальна опція з акумулятором на 100 кВт*·год важитиме близько 998 кг. Габарити всіх модифікацій будуть ідентичними: 4370 мм завдовжки, 2204 мм завширшки та 1450 мм заввишки. Стандартні модифікації поставлятимуться на 16-дюймових дисках із шинами 195/45/R16. Незважаючи на триколісне компонування, виробник запевняє, що Aptera EV впевнено тримається на дорозі навіть при ожеледиці. До того ж система клімат-контролю та композитна ізоляція електромобіля забезпечать комфортну їзду при температурах від -29 °С до +52 °С. Перші модифікації Aptera EV будуть розраховані виключно на двох дорослих пасажирів . Надалі компанія планує розширити модельний ряд і місткішими електромобілями з інтегрованими сонячними батареями. Тим часом, Aptera Motors вже почала приймати депозити сумою 100 доларів. на дебютні моделі Paradigm (запас ходу 644 км) і Paradigm Plus (1609 км), і, якщо вірити інформації на офіційному сайті компанії, попередні квоти обох опцій вже вичерпані. Початкова вартість Aptera EV становить від 26 тисяч доларів США , проте з різними опціями на кшталт покращеної аудіосистеми, набору для перевезення вихованця та модифікацій для кемпінгу або позашляхової їзди вона може перевищувати 46 тисяч доларів. Перші покупці отримали свої електромобілі вже з середини 2024 року.



Рис. 6. Aptera solar.

Висновки

Проведений аналіз сучасних моделей електромобілів свідчить про стрімкий розвиток електричного транспорту та розширення напрямків його застосування. На сучасному етапі виробники прагнуть не лише підвищити технічні характеристики транспортних засобів, а й сформувати власну дизайнерську концепцію, поєднуючи інноваційні технології з індивідуальним стилем.

Розглянуті моделі компанії Olympian Motors демонструють перспективний напрямок поєднання ретро-дизайну з сучасними матеріалами, цифровими технологіями та високим рівнем пасивної безпеки. Використання титанових сплавів, вуглецевого волокна, голосового керування та проекційних дисплеїв дозволяє створювати транспортні засоби преміального сегмента з високим рівнем комфорту та безпеки.

Електромобіль Tesla Cybertruck є прикладом принципово нового підходу до створення електричних вантажних автомобілів, орієнтованих на високу міцність конструкції, значну потужність та автономність. Перспективні моделі Cybercab і

Robovan демонструють розвиток концепції безпілотного транспорту та інтеграцію систем автономного керування у міську транспортну інфраструктуру.

Особливий інтерес становить модель Airta Solar EV, у якій реалізовано концепцію максимальної енергоефективності завдяки наднизькому аеродинамічному опору, малій масі конструкції та використанню інтегрованих сонячних панелей. Такий підхід відкриває нові перспективи часткової або повної енергетичної автономності електромобілів.

Таким чином, розвиток сучасних електромобілів відбувається одночасно у кількох напрямках: збільшення запасу ходу, зменшення часу заряджання, удосконалення систем автономного керування, підвищення безпеки та впровадження альтернативних джерел енергії. Це підтверджує, що електромобілі є не лише альтернативою традиційному транспорту, а й важливим елементом майбутньої транспортної системи.

АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Вільковський Є.К. к.т.н., доцент

Кічура М.В.

Львівський фаховий коледж

Львівського національного
університету природокористування

Різні типи акумуляторних батарей різняться матеріалами, використовуваними для виготовлення електродів і електролітів. Відомо, що акумулятори складаються з трьох основних компонентів: анода, катода і електроліту. І анод, і катод є типами електродів. Електроди це провідники, через які електрика входить або виходить з компонента в електричному колі. Електроліт – це речовина, часто рідина або гель, здатна переносити іони під час хімічних реакцій, які відбуваються на аноді і катоді. Останнім часом з'явилися також твердотільні акумуляторні батареї. Тобто в даному типі батарей в якості електроліту використовується не рідина чи гель, а тверда речовина.

Свинцево-кислотна акумуляторна батарея

Така батарея являє собою класичну 12-вольтну акумуляторну батарею для живлення бортової мережі автомобіля. В якості електродів служать пластини зі свинцю і окису свинцю, в якості електроліту використовується розчин сірчаної кислоти. Перші взірці свинцево-кислотних акумуляторних батарей вимагали певних операцій з їх обслуговування. В них необхідно було періодично доливати дистильовану воду, щоб забезпечити необхідний рівень електроліту. Для живлення автомобілів, що рухаються виключно на електричній тязі, свинцево-кислотні батареї не підходять. Причиною тому є їх дуже велика маса. Така батарея зайняла б більшу частину об'єму автомобіля, а це призвело б до зниження корисного навантаження автомобіля. Свинцево-кислотний акумулятор може вже через 5-6 років втратити більшу частину своєї електричної ємності. А також, в разі пошкодження, з нього може витікати електроліт (кислота).

Нікель-кадмієві акумуляторні батареї

У таких батареях в якості матеріалу електродів використовується кадмій (Cd) і з'єднання нікелю. В якості електроліту служить гідроксид калію. Тому цей тип батарей називають також лужними акумуляторами. Вони мають більшу щільність енергії, ніж свинцеві-кислотні акумулятори, і більш стійкі до пошкоджень і витікання електроліту. Але вони мають два суттєвих недоліки, які роблять їх практично непридатними для повноцінного використання в електромобілях: кадмій і його сполуки отруйні і такі батареї володіють ефектом пам'яті. Ефект пам'яті, також відомий як ефект «ледачою батареї», – це ефект, який змушує батарею приймати і тримати менше заряду. Тобто, батареї поступово втрачають свою максимальну енергетичну ємність, якщо вони багаторазово перезаряджаються після неповної розрядки. Таким чином акумулятор накопичує меншу ємність батареї ніж вона була спочатку.

Нікель-металогідридні акумуляторні батареї.

У цих батареях в якості матеріалу для електродів використовується з'єднання нікелю та з'єднання іншого металу. В якості електроліту також використовується гідроксид калію. У свою чергу вони мають більшу щільність енергії ніж нікель-кадмієві батареї і відносно стійкі до пошкоджень. Ефект пам'яті, властивий нікель-кадмієвих батареях, в них проявляється в меншій мірі. Але і у цих акумуляторних батареях протягом терміну служби ККД знижується. Ці втрати ККД до певної міри обернені, тобто вони усуваються. Перевагою нікель-металогідридних акумуляторних батареях є те, що вони не містять таких отруйних важких металів, як свинець або кадмій. Електроліт в батареї міститься в твердому вигляді. Навіть в разі руйнування корпусу можливі тільки окремі бризки.

Літій-іонні акумуляторні батареї

Ці батареї найбільш сучасні і поширені в електромобілях. В якості електродів використовуються різні оксиди металевого літію і графіту, в якості електроліту різні розчинники для солей літію. Літій-іонні батареї містять тільки незначну кількість води і не мають ефекту пам'яті. У порівнянні з нікель-кадмієвими батареями вони мають майже вдвічі більшу щільність енергії. Це означає, що даний тип батареї вимагає меншого простору для установки в електромобілі, так що залишається більше вільного простору для пасажирів і багажного відсіку. Але, при сильному нагріванні в батареї може початися процес розпаду. Це може призвести до займання та виділення шкідливих для здоров'я газів. Тому при поводженні з цими акумуляторними батареями необхідно строго виконувати вказівки виробника з техніки безпеки. До речі кажучи, слово «літій» походить від грецького «lithos», що означає камінь, тому що він був виявлений ще у 1817 році у камені. Літій-іонний акумулятор – це не якийсь конкретний вид батареї з єдиним визначеним складом, а ціле сімейство батареї з різними складами електрохімічних елементів. Кожен тип літій-іонної батареї підходить для конкретної сфери застосування. І звичайно ж, далеко не всі вони використовуються в електротранспорті. Нижче наведені такі типи, які використовуються в якості тягових АКБ електромобілів.

Літій-марганцевий акумулятор (LiMn₂O₄)

Такий акумулятор завдяки тривимірній структурі може забезпечити високий струм розряду, який до 30 разів перевищує його ємність.. Однак, у літій-марганцевих акумуляторів є недоліки: невеликий життєвий ресурс і значне зниження ємності в холодну погоду.

Літій-нікель-марганець-кобальт-оксидний акумулятор (NMC – Li Ni Mn Co O₂)

Вони мають непогану питому енергоємність і термін служби до 2000 циклів заряду/розряду, але струм віддачі у них невеликий. Саме тому для використання в електромобілях здійснюють комбінацію двох останніх типів АКБ. При звичайній їзді в основному працюють NMC-комірки, а при прискоренні високий струм віддають комірки LiMn₂O₄.

Літій-нікель-кобальт-алюміній-оксидні батареї (LiNiCoAlO₂, або NCA)

Такі батареї мають високу питому ємність і прийнятну вартість. Швидкість зарядки і току розрядки у NCA-акумуляторів середні.

Літій-титанатні акумулятори (Li4Ti5O12, LTO)

Даний тип батарей знаходиться в розробці компанії Toshiba. Вони виробляють цей тип батарей під назвою SCiB (Super Charge Ion Battery). У 2017 році Toshiba продемонструвала SCiB-батарей, здатну відновити до 90% своєї ємності всього за 5 хвилин. Літій-титанатні батареї стабільно віддають струм, що в десять разів перевищує їх ємність, і в тридцять разів при імпульсних навантаженнях. Сучасні зразки таких акумуляторів забезпечують 15000-20000 циклів. Крім того, LTO-батарей пожежебезпечні і стійки до холоду. Але, LTO-батарей мають ряд недоліків, які поки що обмежують коло їх застосування. В першу чергу, це низька питома ємність 50-80 Вт/кг, тоді як у традиційних літій-кобальтових елементів вона дорівнює 150-200 Вт/кг. Це означає, що для отримання рівної ємності літій-титанатам комірка повинна бути в три-чотири рази об'ємнішою. По-друге, номінальна напруга комірки дорівнює всього 2,4 В проти 3,6 В у літій-кобальтових. По-третє, поки літій-титанатні батареї відрізняються високою ціною, втричі більшою, ніж у NCA батарей. Натомість літій-титанатні АКБ можуть використовуватися в електробусах. Там немає дефіциту місця, а також потрібен високий ресурс батарей.

Літій-титанатні акумулятори (Li4Ti5O12, LTO)

Це акумуляторні літій-іонні комірки, які використовують LiFePO₄ в якості матеріалу катода. Основною перевагою LiFePO₄ над Li-іон є підвищений діапазон робочих температур. Додаткові переваги залізо-фосфатного акумулятора включають більш тривалий термін служби та швидшу зарядку. Основними недоліками літій-залізо-фосфатних АКБ є менша щільність заряду і велика чутливість до зберігання при підвищених температурах.

Разом з тим існуючі акумулятори з використанням літію малопридатні для автомобільної промисловості хоча б тому, що літій є високореактивним і легкозаймистим металом і вибухає від зіткнення з водою на відкритому повітрі. Тому аварія електромобіля при руйнуванні літій - іонного акумулятора може завершитися як мінімум пожежею, яку водою не можна згасити. Літій є досить рідкісним металом на Землі, і більшість його родовищ розташовані далеко від виробничих центрів.

Оскільки літій є високореактивним і легкозаймистим металом, тому батарею необхідно зберігати за певної температури та в умовах, що не допускають перевантаження або короткого замикання. В іншому разі ці батареї можуть спалахнути або навіть вибухати через ланцюгову реакцію, відому як тепловий розгін. Ще однією негативною властивістю акумуляторів з використанням літію є їх час заряджання, який занадто великий для забезпечення умов комфортного використання електромобілів.

Останні кілька років багато виробників електромобілів ведуть конкуренцію за дедалі більший запас ходу. Коли запас ходу стає основним фактором для розгляду, він потім передається виробникам акумуляторних батарей, що призводить до необґрунтованих прагнень до високої густини енергії в акумуляторній батареї. Саме через цей акцент на «щільності енергії» їх безпека відійшла на другий план.

Ще у 2020 році компанія BYD офіційно запустила нову серію так званих блейд-батарей (Blade Battery), а вже починаючи з липня 2021 року компанія такого роду батареї встановлює на всіх своїх електромобілях. Порівняно з батареями на основі тернарного літію та традиційними батареями на основі літієво-фосфату, блейд-батарея має помітні переваги у високій безпеці, великому запасі ходу, тривалості роботи, великій міцності та високій потужності.

Відомо, що графіт і алмаз це дві форми вуглецю. У 2004 році була відкрита ще одна з форм вуглецю, яка отримала назву графен. Графен це плівка з атомів вуглецю, яка може бути отримана штучним шляхом. Але також не можна виключати і його існування в природних умовах. Графен новий вихідний матеріал для електроніки та електротехніки. На його основі можуть бути створені нові монітори, напівпровідникові прилади, акумулятори та ціла низка інших пристроїв. Використання графенових накопичувачів в автомобільній промисловості дозволить поживити світовий автомобільний ринок. Новий магній - графеновий акумулятор успішно вирішує обидві вище згадані проблеми літій-іонних акумуляторів. Магній на Землі істотно більше ніж літій. З водою магній реагує не настільки бурхливо як літій і він має вищий в порівнянні з літієм іонний заряд. Перші зразки магній - графенових накопичувачів, придатних для роботи в електромобілях, заряджалися впродовж декількох хвилин. Роботи над створенням промислових магній - графенових акумуляторів на даних час успішно ведуться в багатьох країнах науково-дослідними та навчальними закладами.

Твердотільні акумуляторні батареї

Вони мають не рідкий чи гелеподібний електроліт, а твердий. Вони працюють за тим же принципом, що і іонні: при зарядці іони літію переміщуються на катод, звідки при виключенні зарядного пристрою вони відправляються через електроліт назад до анода, створюючи електричний струм. Зміна в матеріалах дозволяє домогтися значної зміни властивостей, в тому числі максимального об'єму, часу зарядки, розміру і рівня безпеки. Основними перевагами твердотільних АКБ є компактність та надійність. Перехід від рідкого до твердого електроліту забезпечує збільшення кількості енергії на той же розмір акумулятора. У «рідкотільних» батареях необхідний відчутний шар рідини і спеціальний сепаратор, який розділяє катод і анод, щоб уникнути короткого замикання. Для твердотільного акумулятора досить куди більш тонкого бар'єру. Твердотільні електроліти менше схильні до хімічних реакцій, тому вони працюють довше.

Суперконденсатори

Суперконденсатори являються новим джерелом енергії, яке може використовуватися в електромобілях і гібридах. Суперконденсатори значно поступаються іншим тяговим акумуляторам за питомою ємністю, але вони мають і незаперечні переваги. Однією з них є здатність практично миттєво заряджатися за 10-20 секунд (швидкість заряду, фактично, визначається потужністю зарядного пристрою), мають на порядок більше число циклів заряду-розряду і гарантовано можуть експлуатуватися на протязі 10-15 років (залежить від типу суперконденсатора і технології його виробництва). Але, як вже говорилося, енергії вони запасують значно менше, ніж, наприклад, літій-іонні

тягові батареї. Одного заряду вистачить, щоб проїхати від 2 до 20 км (в залежності від ємності блоку суперконденсаторів). Тому суперконденсатори поки не знайшли широкого застосування в тягових установках електротранспорту. Але такі транспортні засоби мають величезний потенціал використання в якості громадського транспорту. Наприклад, у китайському місті Нінбо провінції Чжецзян успішно функціонує екологічно чистий маршрут громадського транспорту. По ньому пересувається електробус, який отримує порівняно невеликий запас енергії, за час приблизно рівний 10 секундам, на зупинках під час посадки-висадки пасажирів. Цікавим є новий тип електробуса розроблений компанією Zhuzhou Electric Locomotive, яка запропонувала оснащувати громадський транспорт спеціальними гніздами на даху для швидкої підзарядки. На зупинках уздовж маршруту є кронштейни із штекерами, які вставляються в автобусні роз'єми. Одна така підзарядка забезпечує пробіг до 5 кілометрів. Вона працює завдяки суперконденсаторам, розрахованим на мільйон циклів перезарядки і 12 років служби і може працювати в діапазоні робочих температур від -40 до +65 °С.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного аналізу встановлено, що сучасні електромобілі використовують широкий спектр акумуляторних батарей, які відрізняються конструкцією, матеріалами електродів, типом електроліту, питомою енергоємністю, ресурсом роботи та рівнем безпеки.

Найбільшого поширення в електромобільній галузі набули літій-іонні акумулятори завдяки високій щільності накопичення енергії, відсутності вираженого ефекту пам'яті та прийнятному ресурсу роботи. Перспективними напрямками розвитку є вдосконалення літій-залізо-фосфатних, літій-титанатних і твердотільних акумуляторів, а також дослідження графенових технологій і суперконденсаторів.

Встановлено, що ключовими вимогами до сучасних тягових акумуляторів є підвищення безпеки, скорочення часу заряджання, збільшення ресурсу циклів заряд-розряд та зниження собівартості виробництва.

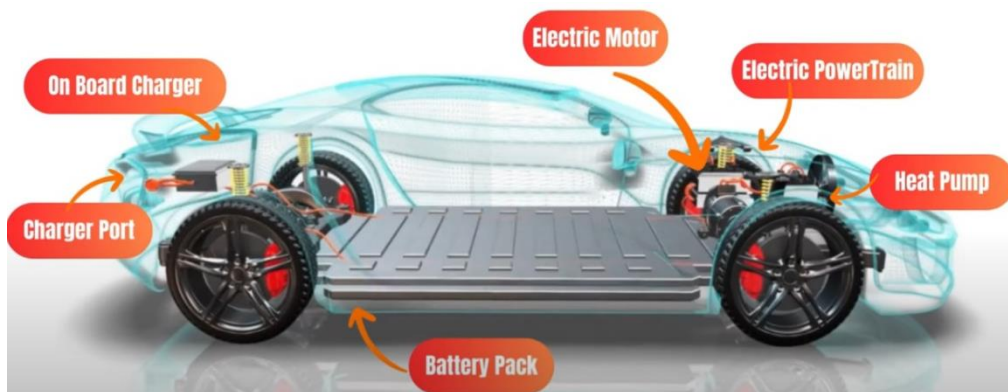
Отже, подальший розвиток електромобілів значною мірою залежить від прогресу в галузі накопичення електричної енергії та впровадження нових типів акумуляторних систем.

СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ТА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Вільковський Є.К. к.т.н, доцент
Панюра Б.Я.

Львівський фаховий коледж
Львівського національного
університету природокористування

Незважаючи на відмінності в компонованні та економічності, електромобілі всіх поколінь мають багато спільного в конструктивному плані: вони оснащені практично ідентичними наборами основних вузлів та агрегатів.



Electric Motor (Електричний двигун)
On Board Charger (Бортовий зарядний пристрій)
Electric Power Train (Електрична трансмісія)
Charger Port (Порт зарядного пристрою)
Heat Pump (Тепловий насос)
Battery Pack (Акумуляторна батарея)
Загальна компоновка електромобіля

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ДВИГУН. Це основний агрегат будь-якого електромобіля. Електродвигун працює за таким принципом: механічна сила діє на провідник зі струмом, що поміщений у магнітне поле, який, у свою чергу, обертає вал за рахунок електромагнітної взаємодії рухомого компонента (ротора) з нерухомим корпусом (статором). Домогтися цього можна різними методами, тому електродвигуни розрізняються за конструкцією.

Безщіткові двигуни використовуються для приводу електромобілів. Найбільш ефективним прикладом вважається синхронний генератор змінного струму з постійними магнітами, що використовуються як ротор. До його недоліків можна віднести високу ціну (для виробництва магнітів використовуються рідкісні метали) та важку керованість через наявність постійного магнітного поля. Тому такі двигуни використовуються в дорогих та потужних електромобілях, таких як Porsche Taycan та Tesla Model S.

Електродвигуни з індукційними котушками, що замінюють магніти, які також працюють на змінному струмі, використовуються частіше через їх нижчу ціну. Вони можуть бути синхронними (наприклад, Renault Zoe), але найчастіше ротор обертається повільніше, ніж магнітне поле, створюване котушками статора.

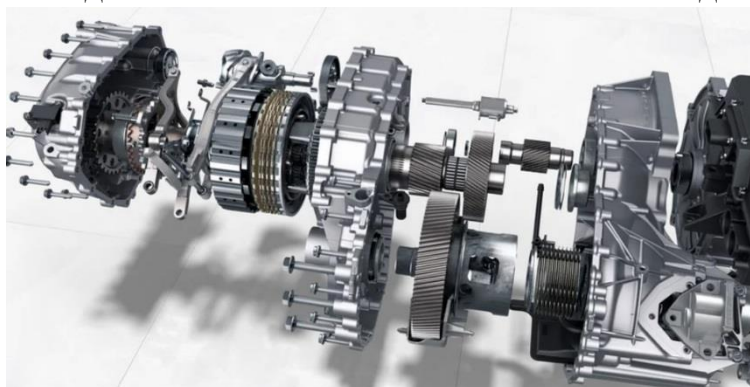
Через це такі двигуни називаються асинхронними. Вони мають менший ККД, але ними простіше керувати. Такими двигунами обладнано, наприклад, Audi e-tron.



Складові елементи електродвигунів електромобіля

Електродвигуни з індукційними котушками, що замінюють магніти, які також працюють на змінному струмі, використовуються частіше через їх нижчу ціну. Вони можуть бути синхронними (наприклад, Renault Zoe), але найчастіше ротор обертається повільніше, ніж магнітне поле, створюване котушками статора. Через це такі двигуни називаються асинхронними. Вони мають менший ККД, але ними простіше керувати. Такими двигунами обладнано, наприклад, Audi e-tron.

КОРОБКА ПЕРЕДАЧ. Всі двигуни, що використовуються в електромобілях, розвивають високий крутний момент - вони можуть буквально з самого початку розкручуватися до дуже високих оборотів і змінювати напрямок обертання. Саме тому електромобілям не потрібні складні багатоступінчасті коробки передач, важкі трансмісії, як у автомобілів з ДВЗ. Досить простого та надійного редуктора (часто представленого планетарною передачею), з'єданого безпосередньо з двигуном. Потужні та швидкі автомобілі додатково можуть бути оснащені дводіапазонною коробкою передач, що поєднує потужну тягу на низькій швидкості і можливість досягнення високої максимальної швидкості.



Складові елементи коробок передач електромобіля

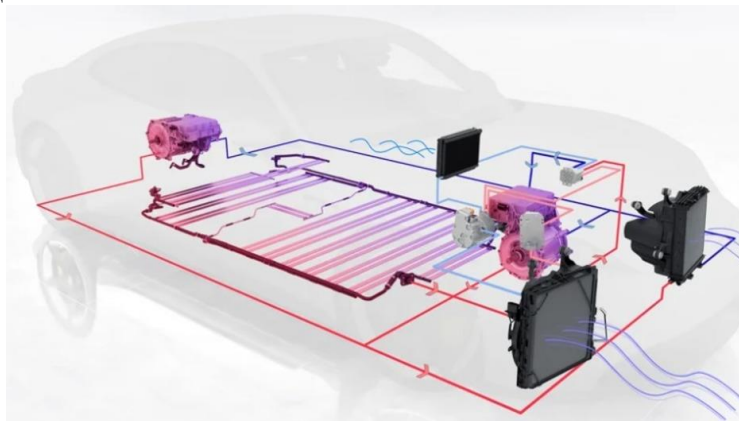
ТЯГОВА БАТАРЕЯ. Це найдорожчий компонент електромобіля. В наші дні це набір простих батарей (елементів), керованих цілою системою мікроконтролерів. Акумулятори відрізняються ємністю, робочою напругою (для електромобілів – від 350 до 800 В), а також формою адаптованою до компонування конкретної моделі електромобіля. Вони також мають різні

осередки, які можуть бути виготовлені з різних матеріалів. Наприклад, нікель-металогідридні акумулятори вже вважаються застарілими, а найбільш популярними вважаються кілька типів літєвих елементів. У майбутньому з'явиться нове покоління акумуляторів, над якими працюють деякі електротехнічні компанії. Детальний опис та взірці різних типів тягових батарей наведені нижче.

ИНВЕРТОР. Цей пристрій з'єднує електродвигун та акумулятор. З назви зрозуміло, що основним його призначенням є перетворення струму, оскільки акумулятор генерує та приймає постійний струм, а електродвигун працює на змінному струмі. Однак функції цього пристрою набагато ширші: він керує поздовжнім прискоренням та сповільненням електромобіля за допомогою педалі, регулюючи потік енергії від акумулятора до двигуна та в зворотному напрямку (рекуперація енергії при гальмуванні).

АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ. Здавалося б, за наявності такого потужного джерела енергії електромобілю вже не потрібен звичайний 12-вольтовий акумулятор, але він все одно присутній. Для роботи бортової електроніки та світлотехніки, електропідсилювачів, виконавчих механізмів, компресорів та інших приводів необхідна штатна та необслуговувана низьковольтна підсистема. Все як у звичайному автомобілі.

СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ. Електродвигун набагато менше гріється і не потребує потужного охолодження. Однак кожен електромобіль, як і раніше, має як радіатор, так і систему теплопроводів, необхідну для тягової батареї. Адже найефективніше система може надійно працювати лише в обмеженому температурному діапазоні.



Елементи системи охолодження тягової батареї

Велике навантаження, часті цикли розряду-заряду під час руху або при швидкісній зарядці сильним струмом приводять до сильного нагрівання.

Контроль температури також може бути потрібним для інвертора, який пропускає дуже великі струми. При цьому система охолодження, що працює в режимі теплового насоса (як у кімнатного інверторного кондиціонера), здатна забезпечити комфорт усередині транспортного засобу при мінімальній споживанні енергії.

ЗАРЯДНИЙ БЛОК. Зарядка електромобіля насправді набагато складніший процес, ніж може здатися, тому для керування ним у автомобілів є окремий

електронний блок. Електромобіль повинен мати можливість заряджатися від різних джерел – від побутової розетки до надпотужних зарядних пристроїв, які, у свою чергу, розроблені за різними стандартами: європейськими, американськими, японськими та китайськими. На жаль, єдиного світового стандарту для зарядних станцій досі не існує. Деякі користувачі заряджають акумулятори змінним струмом, інші використовують потужніший постійний струм, практично минаючи інвертор. Спосіб заряджання також впливає на час, необхідний для поповнення запасу акумулятора.

ГАЛЬМА. Теоретично електромобіль міг би обійтися без звичних гальмівних механізмів та використати силовий опір, створюваний електродвигуном у генераторному режимі. Але насправді всі електромобілі мають гальмівні колодки, диски, з'єднувальні трубопроводи з гідравлічною рідиною і т. д. Однак через менше навантаження гальма електромобілів зношуються набагато повільніше ніж у звичайних автомобілів.

Висновки

Отже, конструкція сучасного електромобіля базується на комплексній взаємодії електричних, механічних та електронних систем, які забезпечують його ефективну, безпечну та економічну експлуатацію. Незалежно від моделі та виробника, більшість електромобілів мають схожий набір основних функціональних вузлів: електричний двигун, тягову акумуляторну батарею, інвертор, систему охолодження, зарядний модуль, редуктор або спрощену трансмісію та допоміжну низьковольтну електричну систему.

Ключовою перевагою електромобіля є спрощення силової установки у порівнянні з автомобілями, обладнаними двигунами внутрішнього згоряння. Відсутність складних коробок передач, паливної системи, системи випуску відпрацьованих газів та мастильних контурів дозволяє зменшити кількість рухомих деталей, підвищити надійність конструкції та знизити витрати на технічне обслуговування.

Водночас найбільш відповідальним і дороговартісним елементом електромобіля залишається тяговий акумулятор, від характеристик якого залежать запас ходу, час заряджання, динамічні показники транспортного засобу та його загальна вартість. Саме тому подальший розвиток електромобільної галузі безпосередньо пов'язаний з удосконаленням акумуляторних технологій, систем терморегулювання та швидкісного заряджання.

Таким чином, електромобілі є результатом інтеграції сучасних досягнень електротехніки, матеріалознавства, автоматизації та інформаційних технологій, що робить їх одним із найперспективніших напрямків розвитку автомобільного транспорту.

РЕЖИМИ РОБОТИ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Вільковський Є.К. к.т.н., доцент

Труш Ю.І.

Львівський фаховий коледж

Львівського національного

університету природокористування

Ще у 2010 році, коли електромобілі почали з'являтися на ринку, ціна батареї становила біля 1200 долари за кВт*год, що було у 100 тисяч разів дорожче, ніж вартість енергії, яку вона могла зберігати. За десять років розвитку акумуляторних технологій для електромобілів цей параметр знизився до 150 доларів, і ціна зберігання електроенергії падатиме і далі – за прогнозами фахівців, приблизно на 10–15 відсотків на рік. Проте ціна електромобіля, як і раніше, в основному складається з вартості акумулятора, які ще довго будуть дорогими. Згідно з наведеними прогнозами ціна батареї у 2030 році становитиме 62 доларів / кВт*год[1,2].

По-перше, це пов'язано з розміром, а відповідно і вагою батареї, яка повинна зберігати достатньо електроенергії. В даний час акумуляторна батарея для легкового електромобіля, здатного проїхати на одній зарядці не менше ніж 350 км, важить близько 500 кг. По-друге, акумулятор електромобіля на 80-90% складається з потужних шин та дорогих акумуляторних елементів. Для виготовлення необхідні рідкісні хімічні елементи, кольорові і навіть дорогоцінні метали. Нарешті, акумуляторні батареї електромобілів складаються з великої кількості блоків та датчиків, декількох схем захисту та системи керування температурою. Така складна конструкція життєво важлива, оскільки високовольтна акумуляторна батарея електромобіля працює в умовах високої циклічності і при дуже високих струмах. Робоча напруга виявляється найбільш помітною відмінністю тягового акумулятора електромобіля від звичайного акумулятора. Замість відомих кожному автомобілісту 12 (або 24 для вантажівок) робоча напруга серійних електромобілів - навіть перших взірців - досягала сотень вольт. У наш час напруга зазвичай становить 350-450 В. Але це не межа. Для прикладу, електронна платформа моделі Porsche Taycan сформована на 800-вольтовій системі[3]. Більше того, згідно з прогнозами, вантажні електромобілі майбутнього матимуть акумулятори на 1200–1600 В. У високовольтній системі на одиницю маси батареї може зберігатись набагато більше електричної енергії. Звичайно, напруга 400-800 В звучить дещо лячно, оскільки навіть значно менша напруга є смертельно небезпечною для людини. Проте реальної загрози ураження електричним струмом за умови вжиття всіх необхідних заходів захисту немає. Класичні акумулятори на 12 В електромобілі, до речі, використовуються виключно для запуску автомобіля або забезпечення роботи. На відміну від більшості автомобільних акумуляторів, акумуляторні елементи електромобіля не містять усередині електроліту або гелю. Вони «сухі» і наповненням наближають їх до побутових батарейок для гаджетів. Перші електромобілі використовували нікель-металогідридні акумулятори (Ni-MH). Їм обіцяли дуже велику енергоємність: теоретично один кілограм такої батареї міг зберігати до 300

Вт*год/кг . Проте фактично було використано лише п'ята частина їх потенційних можливостей. Через кілька років літій-іонні елементи стали стандартом для електромобілів. Через вищу ціну вони довгий час вважалися нерентабельними. Але тільки такі осередки можуть забезпечити реальну густину зберігання 100-250 Вт*год/кг[4]. Японські виробники електромобілів надають перевагу акумуляторним елементам, розробленим спеціально для електромобілів: вони плоскі, їх зручно поміщати в чохла потрібної ємності. Європейські виробники схильні працювати з ще більш технологічними елементами, що зовні нагадують досить важкі бруски. Технологія виготовлення Li-Ion акумуляторів вже добре розроблена кількома великими компаніями, переважно з Південно-Східної Азії: Panasonic, Toshiba, LG Chem, Samsung SDI, Automotive Energy Supply Corp, CATL, BYD та ін.[5].

Кожен формат має свої переваги. та недоліки. Наприклад, циліндричні осередки більші за розмірами , але в той же час їх легше охолоджувати. Тягова батарея є матрицею з низьковольтних осередків, з'єднаних певним чином. Їхній цикл заряду-розряду контролюється мережею мікропроцесорів на різних рівнях цієї матриці .Наприклад, кожен осередок акумулятора має один або два датчики температури та власний контролер. Він забезпечує допустимі режими струму, захищає від перенапруги, перезарядження, перегріву та. відповідає за безпечну роботу одного елемента. Зарядка блоків, що складаються з десятків чи сотень осередків, контролюється контролером БМУ. Його функція - балансувати струми між послідовними або паралельними осередками. Загальний контроль та розподіл енергії в залежності від типу зарядження (повна, традиційна, прискорена або надшвидка) покладається на центральний контролер BMS. Він також відповідає за ресурсні параметри всієї батареї, стежачи за тим, щоб навантаження розподілялося оптимально по всіх модулях.

До речі, значення 0 і 100%, що відображаються на панелі приладів електромобіля або консолі зарядки, є лише певною умовністю. Виробник не заряджає акумулятор повністю, залишаючи певний запас від номіналу. Він поступово використовується, оскільки батарея неминуче старіє, а її енергоємність знижується. Повна розрядка акумуляторів також неможлива: навіть коли електромобіль перестає рухатися, в акумуляторі залишається ще небагато енергії. Необхідно запобігти небажаним і незворотним хімічним процесам у клітинах. Вищезгадані блоки управління контролюють елементи акумуляторної батареї, так і всю мережу, що з'єднує ці елементи. Якщо будь-який акумулятор з будь-яких причин відхиляється від номінальних умов експлуатації, система керування знизить навантаження на нього або навіть «виведе» його з ладу і припинить зарядку, щоб унеможливити найменший ризик внутрішнього пошкодження акумулятора. Ланцюги електроживлення електромобіля також керуються електронікою. Існують потужні реле, здатні розірвати ланцюги при аномальних відхиленнях у роботі приводу або будь-якому витокі заряду. Є класичні запобіжники, що захищають від коротких замикань. Фізичний стан всіх критичних сполук контролюється наскрізною супервізорною шиною. Датчики удару використовуються для захисту від ураження електричним струмом у разі аварії – при їх спрацьовуванні знімається напруга з високовольтних ланцюгів.

Зрештою, останні покриті яскраво-жовтогарячою ізоляцією, що попереджає про небезпеку неправильного поводження. У сучасних батареях використовуються як пасивний контроль температури, так і активне управління температурою. Процеси здійснюються через систему трубок, заповнених антифризом. При високих навантаженнях або під час надшвидкої зарядки така система відводить зайве тепло, а за низьких температур, навпаки, нагріває елементи. Коли електромобілі будувалися на базі звичайних автомобілів, їх акумулятори мали дуже незвичайну форму, оскільки замінювали паливні баки, запасні колеса та непотрібні привідні вали. Зараз у більшості електромобілів акумулятор розміщується під підлогою і тому має вигляд плоскої плити. Така форма дуже зручна для модульних батарей - «пластин», різних за вагою, розміром, ємністю та ціною, але замінюваних у рамках однієї електронної платформи. Однак таке компонування вимагає міцнішого акумуляторного корпусу. Його силовий осередок влаштований таким чином, щоб витримати удар з усіх боків. Нижня частина акумулятора повинна забезпечувати його цілісність та протистояти ізолюваним пошкодженням – наприклад, від каменів або ударів під час руху в умовах бездоріжжя. Таким чином, акумулятор є довговічним і практично таким компонентом електромобіля, який не б'ється. До його характеристик також входять гідравлічний захист, система трубок для охолодження та вентиляції, набір спеціальних захищених високовольтних роз'ємів та інші компоненти, необхідні для діагностики. Крім того, він прикріплений до кузова, що у деяких електромобілях робить батарею частиною його силового агрегату. Таким чином, простий «акумуляторний ящик» перетворюється на технічний шедевр, який не штампується автоматично, а виготовляється за складною технологією із застосуванням високоміцних алюмінієвих сплавів та нержавіючої сталі. Акумулятор сучасного електромобіля - це саморегульована система, оснащена штучним інтелектом, яка не включає шкідливі режими. Акумулятор не вимагає обслуговування, окрім спостереження за можливими помилками електроніки та за необхідності оновлення її прошивки. Досвід підтверджує, що навіть при інтенсивному використанні та частому зарядженні акумулятор легко витримує 100–160 тисяч кілометрів пробігу протягом гарантійного терміну[6].

Теоретично перший рік експлуатації – найкритичніший період, коли деякі окремі осередки можуть вийти з ладу. Але це як «биті пікселі» в моніторах: продовжують надійно працювати, а загальна ємність акумулятора лише трохи зменшиться. Перші ознаки старіння акумулятора виявляться лише через три роки експлуатації, коли ємність акумулятора стане на 10-15% нижчою за початкову. Але потім процес деградації сповільнюється. Навіть після восьми років роботи ємність акумулятора значно перевищує гарантовані 70%. Тут пригадуються правила експлуатації мобільних телефонів у перші роки їх використання. Мобільний телефон потрібно було повністю розрядити, а потім зарядити до 100%. Інакше мав місце ефект пам'яті та акумулятор швидко втрачав свою ємність. Сьогодні власнику електромобіля не потрібно турбуватися про цю проблему – акумулятор можна зарядити в будь-який час. Для літій-іонних елементів оптимальні рівні розряду у всій матриці елементів контролюються процесорною системою. Однак є певні аспекти, які можуть скоротити термін

служби батареї або, навпаки, дещо продовжити його. З одного боку, термін служби акумулятора може постраждати від частого використання високошвидкісного заряджання на зарядних станціях постійного струму потужністю понад 100 кВт. Для далеких поїздок це справжній порятунок: 30-40 таких зарядок здатні поповнити запас ходу електромобіля на 150-200 км. Однак заряджання надвисокими струмами є стресом для акумуляторних елементів. Для регулярного заряджання краще використовувати станції потужністю 25-50 кВт. До речі, запропонована програма зарядки GO TO-U показує потужність зарядного пристрою при бронюванні останнього. Друга потенційно стресова подія — робота за екстремально низьких температур. Напевно, сучасний контролер акумулятора намагатиметься обмежити струм на холодних елементах і швидко прогріти їх за допомогою вбудованого інверторного кондиціонера (що допоможе і прогріти салон). Однак взимку і вам, і акумулятору вашого електромобіля буде краще зарядити його до від'їзду і заздалегідь включити таймер обігріву. Це питання хвилювало довгий час, оскільки спочатку не було технологій дешевих, глибоких та екологічних способів переробки літій-іонних елементів. Хоча вони вже створені: корпуси та мідні шини переробляються як звичайний кольоровий метал; клітини розбавляються за допомогою специфічних засобів – у результаті отриманий літій та інші елементи можна використати повторно. таких підприємств поки небагато, тому ефективним, хоч і тимчасовим, рішенням є повторне використання елементів або акумуляторів електромобілів для різних стаціонарних джерел зберігання енергії[7]. Наприклад, вони можуть бути корисними для сонячних станцій або вітрових електростанцій. Їх також можна використовувати у приватному домоволодінні або для потреб міської електромережі. Наприклад, в Японії акумулятори електромобілів, що вийшли з вживання, виробляють енергію для вуличного освітлення; у Парижі вони керують ліфтами; у Амстердамі вони забезпечують електропостачання цілого стадіону.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного аналізу встановлено, що акумуляторна батарея є ключовим елементом конструкції електромобіля, який визначає його запас ходу, енергоефективність, динамічні характеристики та економічну доцільність експлуатації.

Визначено, що за останнє десятиліття спостерігається суттєве зниження вартості тягових акумуляторів, що сприяє зростанню доступності електромобілів. Основним типом батарей для сучасного електротранспорту є літій-іонні акумулятори, які характеризуються високою питомою енергоемністю, відносно тривалим ресурсом експлуатації та можливістю багаторазового циклічного використання.

Важливе значення для надійної роботи батареї мають системи BMS, температурного контролю, захисту від перевантаження, короткого замикання та механічних пошкоджень. Використання сучасних систем керування дозволяє оптимізувати режими заряджання, зменшити деградацію акумуляторних елементів і підвищити загальний ресурс батареї.

Перспективним напрямом розвитку є подальше зменшення вартості акумуляторів, підвищення їх енергетичної щільності, впровадження

високовольтних платформ, а також розвиток технологій вторинного використання та переробки відпрацьованих батарей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. BloombergNEF. Battery Pack Prices Fall to Record Low Levels in EV Market. – 2024.
2. International Energy Agency. Global EV Outlook 2024. Paris: IEA, 2024.
3. Porsche AG. Technical information of electric platform systems.
4. Nitta N., Wu F., Lee J.T., Yushin G. Li-ion battery materials: present and future // Materials Today. – 2023. – Vol. 18.
5. Gaines L. Lithium-ion battery recycling and reuse // Sustainable Materials and Technologies. – 2023. – Vol. 36.
6. Pesaran A. Battery thermal management in EV applications // Journal of Power Sources. – 2022.
7. Neubauer J., Smith K. Secondary use of electric vehicle batteries for grid storage applications // Applied Energy. – 2023.

ПЕРЕДУМОВИ ПОЯВИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Вільковський Є.К. к.т.н, доцент

Федорина Д.І.

Львівський фаховий коледж

Львівського національного

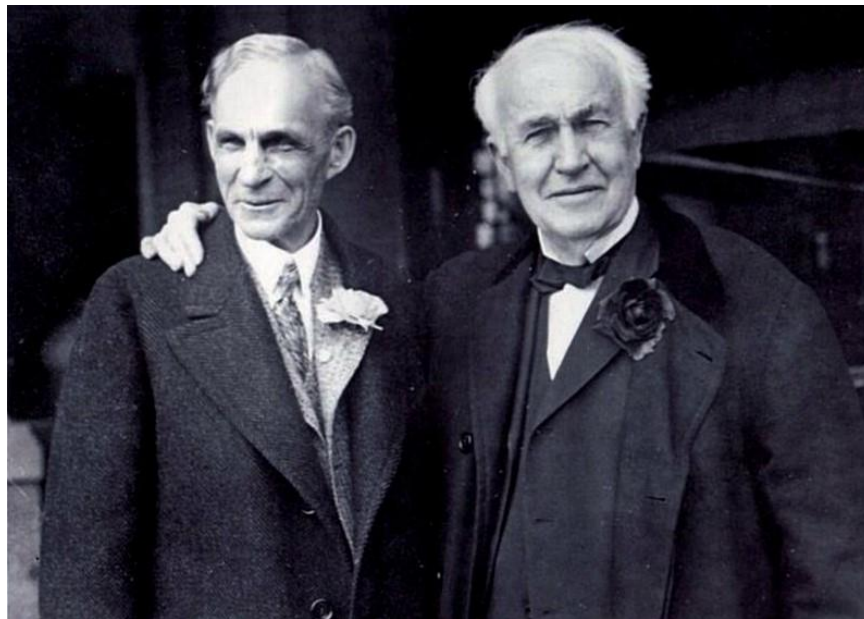
університету природокористування

До **1920** року електромобілі були ще популярні не менше автомобілів з двигунами внутрішнього згорання. У **1912** році два приятелі, засновник корпорації «Форд Мотор» Генрі Форд (**1863-1947**) і науковець та винахідник, засновник компанії «Едісон Дженерал Електрик» Томас Алва Едісон (**1847-1931**), загорілися ідеєю заповнити автомобільний ринок якісними та доступними електромобілями. Останніми роками свого життя вони не лише відпочивали разом, а й були сусідами. У **1896** році Форд працював у компанії Едісона Edison Illuminating Company. Коли Генрі був представлений своєму начальнику, Едісон підтримав ідею про створення компанії з виробництва бензинових автомобілів. Але мало хто знає, що ці два генія також поділяли загальні плани щодо виробництва доступного електромобіля. Вони планували, що на цих автомобілях буде логотип компанії «Ford» на капоті та акумулятор «Edison» під ним. За цим планом, електромобілі повинні мати запас ходу від 80 до 160 кілометрів і коштувати всього від 500 до 750 доларів. Робота над автомобілями проводилася в суворій конфіденційності, але чутки все ж таки просочилися в пресу. Форд 14 січня **1914** року в інтерв'ю газеті The New York Times заявив: «Я сподіваюся, що ми зможемо розпочати серійне виробництво електромобілів протягом року. Як ви знаєте, я зазвичай не коментую події, які ще не відбулися, але в цьому випадку я хотів. Ми вже кілька років з містером Едісоном займаємося створенням доступного електромобіля масового виробництва, зараз ми знаходимося на етапі створення експериментальних зразків і дуже задоволені прогресом. У Едісона вже є кілька варіантів таких пристроїв». Можливо, Форд трохи перебільшував, згадуючи кілька тестових автомобілів, хоча документально підтверджено, що лише один електромобіль був збудований у **1913** році. Технічно це була звичайна «Бляшанка Ліззі» без двигуна внутрішнього згорання та трансмісії. Електродвигун був переміщений із задньої частини автомобіля у передню, а поруч було встановлено додаткову батарею. За спогадами секретаря Генрі Форда, Ернеста Ліболда, того ж року син Форда, Едзел, розпочав переговори про купівлю електростанції в Ніагарі-Фоллс та ділянку землі на Вудворд-Авеню для нового заводу майбутньої компанії Edison-Ford. Незабаром Едісон також дав інтерв'ю, підтвердивши слова Форда, і висловив упевненість, що електромобілі незабаром стануть домінуючими в порівнянні з автомобілями з ДВЗ. У тому ж **1903** році Едісон заявив про свої наміри зібрати чотири електромобілі, оснащених його власними батареями. Однак цим задумам не судилося збутися, і цьому в значній мірі посприяло запровадження на заводах Форда конвеєрного способу виробництва автомобілів з двигунами внутрішнього згорання.

У **1911** році, з'явилися електромобілі з залізо-нікелевими батареями Едісона. Цей тип батарей коштував на 600 доларів дорожче свинцево-кислотних аналогів,

але завдяки залізо-нікелевим акумуляторам виробники компанії Детройт Електрик істотно збільшили запас ходу електромобілів. Під час одного з випробувань електрокар проїхав 340 кілометрів на одному заряді батареї. А середня дальність їзди без підзарядки склала 130 кілометрів.

Однак винахід виявився недопрацьованим – батареї Едісона дуже довго заряджалися і погано тримали заряд під час морозів. Плюс, автомобіль з такими батареями коштував в півтора рази дорожче. Тому після 1916 року всі електромобілі Детройт Електрик випускали тільки зі свинцево-кислотними батареями. Задум двох технічних геніїв так і не був реалізований.



Генрі Форд і Томас Елва Едісон



Томас Едісон і його Detroit Electric Car Circa (1916 рік)

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз історичних джерел показав, що електромобілі на початку ХХ століття мали значний потенціал для розвитку та були конкурентоспроможними порівняно з автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння.

Встановлено, що спільні розробки Henry Ford та Thomas Edison були спрямовані на створення доступного електромобіля масового виробництва з удосконаленими акумуляторними батареями. Проте технічні обмеження тогочасних джерел живлення, висока вартість акумуляторів, тривалий час заряджання та зниження ефективності в умовах низьких температур не дозволили реалізувати ці плани в повному обсязі.

Додатковим фактором, який суттєво вплинув на зменшення популярності електромобілів, стало впровадження конвеєрного виробництва бензинових автомобілів, що значно знизило їх собівартість та зробило більш доступними для широкого кола споживачів.

Отже, історія розвитку електромобілів свідчить про циклічність технологічного прогресу та підтверджує, що сучасний розвиток електротранспорту значною мірою базується на ідеях і технічних рішеннях, закладених ще понад сто років тому.

ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У АГРАРНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Бурліков Ю.В.,

завідувач відділення комп'ютерних систем,
викладач вищої категорії

Шеремет Н.М.,

завідувач відділення інфокомунікаційних технологій,
викладач вищої категорії, викладач-методист

Прохоркіна Н.Ю.,

методист, викладач другої категорії

Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки

Розвиток агроінженерії в Україні регулюється низкою законодавчих актів, спрямованих на модернізацію сільськогосподарської техніки, впровадження інноваційних технологій, цифровізацію та підтримку вітчизняного машинобудування [1].

У цій статті розглядається, пропозиція застосування сучасних робототехнічних комплексів (рисунок 1), безпілотних літальних апаратів (рисунок 2), які задіяні при обробці земельних ділянок та доцільність залучення фахівців потужного агропромислового комплексу для утримання та якісного обслуговування високотехнологічної техніки і пропозиції підготовки фахівців.



Рисунок 1 – Робототехнічні комплекси

Впровадження сучасних технологій, зокрема роботизованих засобів, сприяє підвищенню продуктивності, зниженню витрат і покращенню якості сільськогосподарської продукції. Автоматизація та роботизація дозволяють мінімізувати вплив людського фактору, зменшити витрати на оплату праці та зробити агробізнес більш ефективним. Впровадження сучасних технологій, зокрема роботизованих засобів, сприяє підвищенню продуктивності, зниженню витрат і покращенню якості сільськогосподарської продукції. Автоматизація та

роботизація дозволяють мінімізувати вплив людського фактору, зменшити витрати на оплату праці та зробити агробізнес більш ефективним [3].



Рисунок 2 – Безпілотні літальні апарати (БПЛА)

Стрімкий розвиток цифрових технологій, автоматизації та робототехніки призвів до того, що традиційне землеробство вже неможливо уявити без участі дронів, автономних машин і смарт-рішень [4].

Використання робототехніки та дронів у сільському господарстві відкриває низку важливих переваг для аграріїв, виробників і суспільства загалом. Насамперед, роботизація дає змогу скоротити людські витрати – автоматизовані машини виконують складні, тривалі та рутинні операції з більшою точністю й у коротші терміни. Це особливо важливо в умовах дефіциту кваліфікованої робочої сили [4].

Перспективи розвитку агроінженерії зосереджені на цифровізації, автоматизації та екологізації сільського господарства. Ключовими напрямками є впровадження точного землеробства, безпілотних літальних апаратів, робототехніки та ІТ-технологій, що підвищує врожайність і зменшує ресурсовитрати. Галузь потребує фахівців, здатних обслуговувати високотехнологічну техніку.

Українські фермери поступово відкривають для себе переваги агродронів, роботів для точного внесення добрив, дистанційного зондування та автоматизації тваринницьких комплексів. Цей перехід від ручної праці до автоматизованих систем дає змогу оптимізувати роботу, скоротити витрати, зменшити вплив людського фактора і підвищити ефективність господарювання [4].

Вже більше чотирьох років на території України відбуваються військові дії. За цей час розроблено чимало безпілотних систем (БПЛА) та дронів (**FPV-дронів, тощо**), наземних **роботизованих комплексів** (наземних дронів для вогневої підтримки, мінування, розмінування та логістики), що застосовуються під час бойових дій в Україні.

Бойові дії відбуваються як в містах, так і в сільських місцевостях на земельних ділянках де раніше збирали врожай. Та в невдовзі стане питання обробки звільнених від загарбників земельних ділянок, де відбувались бойові дії.

Для вирішення питання безпеки обробки земельних ділянок необхідно буде виконати їх перевірку на наявність вибухонебезпечних предметів та розмінувати (в разі потреби). І для виконання цих робіт в нагоді стануть безпілотні літальні апарати та робототехнічні пристрої розмінування. Ці пристрої нададуть можливість забезпечити безпечні умови щодо очищення земельних ділянок від вибухонебезпечних предметів. Після закінчення військового стану – це одна з головних умов безпечної роботи працівників, що займаються сільським господарством.

Також після закінчення війни гостро стане питання з кадровим забезпеченням, працевлаштуванням учасників бойових дій звільнених в запас та людей з інвалідністю.

Для вирішення задач розвитку агроінженерії та кадрових проблем з якими зіткнеться суспільство викладачі Дніпровського фахового коледжу радіоелектроніки пропонують використовувати автоматизацію обробки земельних ділянок за схемою наданою на рис. 3.

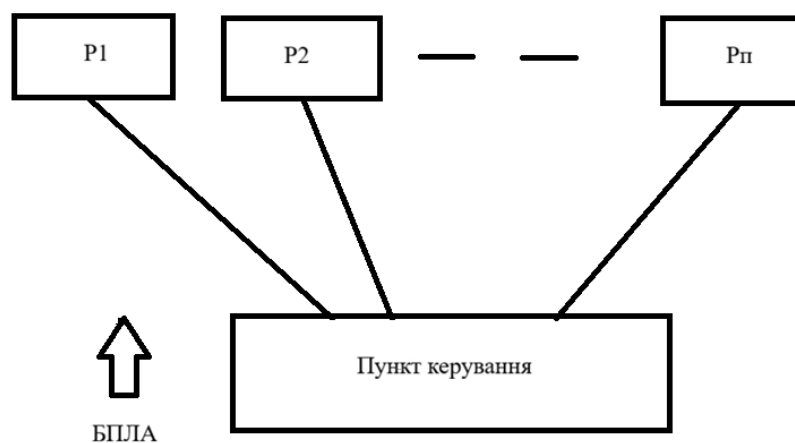


Рисунок 3 – Схема автоматизованої обробки земельних ділянок

Де: P1, P2, Pn – робототехнічні комплекси;

БПЛА – безпілотний літальний апарат;

Для обробки земельних ділянок раціонально використовувати робототехнічні комплекси P1...Pn з електроприводом на акумуляторах. Акумулятори повинні бути розташовані зручно – в легкодоступних місцях для швидкої заміни. Використання сонячних панелей не завжди забезпечить безперебійну роботу якщо буде хмарність або в темні часи. Акумуляторні батареї дадуть можливість працювати комплексу і в ночі, своєчасне виконання тих чи інших робіт може вплинути на врожайність.

Процес буде відбуватись наступним чином:

1. Оператор розгортає пункт керування всією системою на місцевості. Сам пункт керування можливо встановити в палатці для забезпечення комфортних умов. Пункт керування складається з комп'ютера та пульта керування безпілотним літальним апаратом. За допомогою такої системи можливо керування декількома робототехнічними комплексами що забезпечить технологією обробки декількох земельних ділянок.

2. Перед початком обробки за допомогою безпілотного літального апарату БПЛА проводяться вимірювальні заходи ділянки, яку треба обробляти. Данні передаються на пульт керування, за допомогою програмного забезпечення формується завдання на обробку ділянок і передається до робототехнічних комплексів.

3. В цей час безпілотний літальний апарат слідує за технологічним процесом і вносить коректуючі впливи, які надходять на пульт керування, програмно усуваються відхилення і передаються робототехнічним комплексам.

4. У випадку коли заряд акумулятора буде низьким – надходить сигнал на пульт керування, переривається програма обробки земельної ділянки, запускається підпрограма за допомогою якої роботизований комплекс прямує до оператора, оператор замінює акумулятор, запускає підпрограму за допомогою якої роботизований комплекс повертається на те місце, де була перервана основна програма обробки земельної ділянки і далі переходить до виконання основної програми з обробки земельної ділянки.

Не всі фермери мають можливість утримувати і обслуговувати такі робототехнічні комплекси. Тому треба створювати агротехнічні комплекси, де буде знаходитися високотехнологічна техніка та майстерні для її обслуговування. Фермери можуть звертатись до агротехнічних комплексів під час обробки земельних ділянок або збору врожаю. Тобто фермер може орендувати техніку. Але ця оренда полягатиме в тому, що разом з робототехнічними комплексами буде надаватись оператор, який і буде виконувати роботи з керування комплексами, які оброблятимуть земельні ділянки. Самі робототехнічні комплекси будуть доставлятися вантажними машинами, а все технічне обслуговування лежатиме на фахівцях агротехнічного комплексу.

Створення агротехнічного комплексу вирішує проблему технічного забезпечення високотехнологічним обладнанням, якісного обслуговуванням обладнання, ремонту як механічних частин так і електроніки, модернізацію, програмного забезпеченням яке можливо корегувати у випадку необхідності. На території комплексу можливо встановити сонячні панелі для зарядки акумуляторів та живлення інших приладів. Відповідно що для виконання такої роботи потрібні фахівці з програмування, електроніки, механіки, фахівці для управління безпілотними літальними апаратами та інші. Ці фахівці будуть забезпечувати працездатність високотехнологічної техніки та працювати з нею, таких фахівців треба готувати в навчальних закладах. З завданням підготовки фахівців можуть впоратись коледжі, де є фахова підготовка за спеціальностями F7 Комп'ютерна інженерія, G5 Електроніка, Електронні комунікації та радіотехніка, Інженерія та захист мережевих систем та інші.

Також звільнені зі служби військові можуть проходити перепідготовку в центрах, які відкриті при навчальних закладах. Там їх будуть навчати як керувати робототехнічними комплексами так і обслуговувати високотехнологічну техніку.

Переваги роботи агротехнічного комплексу:

- підготовка фахівців, перепідготовка військових звільнених в запас та людей з інвалідністю;
- працевлаштування;

- вирішення питання нехватки фахівців за рахунок використання високотехнологічного обладнання;
- автоматизація технологічного процесу;
- скорочення часу робіт;
- якісне обслуговування;
- поліпшення екології за рахунок зниження викидів CO₂;
- здешевлення сільськогосподарської продукції.

Список використаних джерел

1. Про засади державної аграрної політики та державної політики сільського розвитку (Назва Закону в редакції Закону № 4619-IX від 08.10.2025): Закон України від 24.06.2004 № 1877-IV : станом на 1 січ. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1877-15#Text> (дата звернення: 13.05.2026).

2. Ключові законодавчі ініціативи та заходи, спрямовані на підтримку аграрного сектора в умовах війни. Національний інститут стратегічних досліджень. 19.01.2026. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/klyuchovi-zakonodavchi-initsiatyvy-ta-zakhody-spryamovani-na-pidtrymku> (дата звернення: 13.05.2026).

3. Добранський С. С., Бучко І. О. Аналіз застосування роботизованих засобів в агропромисловому комплексі України та світі. Інновації в агропромисловому комплексі, машинобудуванні та транспорті. зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Рівне, 9-10 квітня 2025 року). Рівне : НУВГП, 2025. С. 164–169. URL: <http://repozitory.zhatk.zt.ua/handle/123456789/877> (дата звернення: 13.05.2026).

4. Агродрони та роботизація: майбутнє сільського господарства - Blog | GlenDeal. *Blog* / *GlenDeal*. URL: <https://glendeal.com/ua/blog/agrodrony-ta-robotyzacziya-majbutnye-silskogo-gospodarstva/> (дата звернення: 13.05.2026).

5. Метеленко Н. Г., Свінцова Н. А., Нікітенко В. О. Цифровізація аграрного сектору як інструмент впровадження зелених технологій у контексті сталого розвитку. *Humanities Studies*. Збірник наукових праць. № 23(100) (2025) С. 256-266. URL: <https://humstudies.com.ua/article/view/335649> (дата звернення: 13.05.2026).

6. Іванченко С.Г. Викладання дисципліни «Смарт-технології в агрономії» в аграрному коледжі. 2025. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/15326> (дата звернення: 13.05.2026).

УЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Кірисенко М.О., Сорока Б.А.

викладачі спеціальних дисциплін відділення Агроінженерія
Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Сучасні підходи до обслуговування автомобільного транспорту формуються під впливом стрімкого розвитку технологій, зростання вимог до безпеки, екологічності та економічної ефективності експлуатації транспортних засобів. У ХХІ столітті автомобіль перестає бути лише механічним засобом пересування і перетворюється на складну кіберфізичну систему, що поєднує електроніку, програмне забезпечення та інтелектуальні системи керування. Відповідно, підходи до його технічного обслуговування зазнають суттєвих змін, переходячи від традиційних методів ремонту до комплексних, превентивних і цифровізованих рішень.

Однією з ключових тенденцій є перехід від реактивного обслуговування до превентивного та прогнозного. Традиційно технічне обслуговування виконувалося після виникнення несправності або відповідно до регламентованих інтервалів. Проте сучасні технології дозволяють здійснювати моніторинг стану автомобіля в реальному часі, аналізуючи дані з численних датчиків. Це дає змогу виявляти потенційні несправності ще до їх прояву та планувати обслуговування за фактичним станом транспортного засобу. Такий підхід не лише підвищує безпеку, але й знижує витрати на ремонт і простої транспорту.

Важливу роль у цьому процесі відіграє розвиток телематики та інтернету речей. Сучасні автомобілі оснащуються системами, які передають інформацію про технічний стан, стиль водіння, витрати пального та інші параметри на сервери виробників або сервісних компаній. Це дозволяє створювати єдині інформаційні платформи для управління автопарками, де кожен транспортний засіб контролюється дистанційно. Для підприємств це означає підвищення ефективності використання транспорту, оптимізацію маршрутів і своєчасне технічне обслуговування.

Ще одним важливим аспектом сучасного автосервісу є цифровізація процесів діагностики. Використання комп'ютерних діагностичних систем стало стандартом для обслуговування автомобілів. Завдяки спеціалізованому програмному забезпеченню механіки можуть швидко визначати причини несправностей, отримувати доступ до технічної документації та рекомендацій виробника. Це значно скорочує час ремонту та підвищує його точність. Крім того, розвиток штучного інтелекту відкриває нові можливості для автоматизованого аналізу даних і прийняття рішень у сфері технічного обслуговування.

Не менш важливим є впровадження екологічних стандартів у сфері обслуговування автомобільного транспорту. Сучасні підходи передбачають не лише підтримання технічного стану автомобіля, але й мінімізацію його впливу на навколишнє середовище. Це включає контроль викидів шкідливих речовин, використання екологічно безпечних матеріалів і технологій, а також утилізацію

відходів. Особливу увагу приділяють обслуговуванню електромобілів і гібридних транспортних засобів, які потребують специфічних знань і обладнання.

Зростання популярності електромобілів суттєво змінює структуру автосервісу. На відміну від традиційних автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння, електромобілі мають менше рухомих частин, що зменшує потребу в регулярному обслуговуванні. Проте вони потребують спеціалізованого підходу до діагностики та ремонту електричних систем, батарей і програмного забезпечення. Це вимагає від сервісних центрів інвестування в нове обладнання та навчання персоналу.

Кадровий аспект також зазнає трансформації. Сучасний фахівець з обслуговування автомобільного транспорту повинен володіти не лише механічними навичками, але й знаннями в галузі електроніки, програмування та інформаційних технологій. Постійне підвищення кваліфікації стає необхідною умовою для успішної роботи в цій сфері. Освітні заклади, у свою чергу, адаптують навчальні програми до нових вимог ринку праці.

Сучасні підходи також передбачають підвищення рівня клієнтоорієнтованості автосервісів. В умовах конкуренції важливим фактором стає не лише якість технічного обслуговування, але й рівень сервісу. Онлайн-запис, прозоре ціноутворення, можливість відстеження стану ремонту в режимі реального часу та персоналізовані пропозиції стають стандартом для сучасних сервісних центрів. Це сприяє формуванню довіри клієнтів і довгострокових відносин.

Автоматизація та роботизація процесів є ще одним напрямом розвитку. У великих сервісних центрах впроваджуються автоматизовані системи управління, які оптимізують розподіл робіт, контроль запасів і логістику. Використання роботизованого обладнання дозволяє виконувати складні операції з високою точністю та мінімальним впливом людського фактора. Хоча повна автоматизація поки що залишається перспективою майбутнього, її елементи вже активно застосовуються.

Важливим елементом сучасного технічного сервісу є стандартизація процесів. Виробники автомобілів розробляють чіткі регламенти обслуговування, які повинні дотримуватися авторизованими сервісними центрами. Це забезпечує стабільну якість послуг і відповідність технічним вимогам. Разом із тим незалежні сервісні станції також впроваджують стандарти якості, щоб залишатися конкурентоспроможними.

Суттєвий вплив на розвиток автосервісу має глобалізація. Міжнародні стандарти, обмін досвідом і технологіями сприяють уніфікації підходів до обслуговування автомобільного транспорту. Українські підприємства поступово інтегруються у світовий ринок, переймаючи сучасні практики та адаптуючи їх до місцевих умов. Це сприяє підвищенню якості послуг і розвитку галузі в цілому.

Економічний аспект також є важливим у формуванні сучасних підходів. Оптимізація витрат на обслуговування, підвищення ефективності використання ресурсів і зниження простоїв транспорту є ключовими завданнями для підприємств. Використання сучасних інформаційних систем дозволяє аналізувати

витрати, планувати обслуговування та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Окрему увагу слід приділити безпеці. Сучасні автомобілі оснащені складними системами активної та пасивної безпеки, які потребують регулярної перевірки та обслуговування. Несправність таких систем може мати серйозні наслідки, тому їх діагностика є пріоритетним напрямом у роботі сервісних центрів. Використання спеціалізованого обладнання та програмного забезпечення дозволяє забезпечити належний рівень безпеки транспортних засобів.

Таким чином, сучасні підходи до обслуговування автомобільного транспорту характеризуються комплексністю, інноваційністю та орієнтацією на майбутнє. Вони поєднують використання цифрових технологій, екологічну відповідальність, високий рівень професійної підготовки та клієнтоорієнтованість. Розвиток цієї сфери є важливим фактором забезпечення ефективності транспортної системи та сталого розвитку суспільства.

Список використаних джерел

1. Бажинов О.В. Технічна експлуатація автомобілів. – Київ: Вища школа, 2020.
2. Кузьменко В.П. Основи технічного обслуговування транспортних засобів. – Харків: ХНАДУ, 2019.
3. ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements.
4. Wang K. Intelligent Predictive Maintenance in Industry 4.0 // Journal of Manufacturing Systems, 2021.
5. Smith J. Automotive Service Technology: Principles and Practice. – McGraw-Hill, 2022.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Спатарь М.Р.

здобувач освіти ОПП Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів

Полупан С.М.

викладач автомеханічних дисциплін

Лисичанський гірничо – індустріальний фаховий коледж

Галузеве машинобудування — це підгалузь машинобудування, що займається проектуванням, виробництвом і обслуговуванням машин, механізмів і устаткування, призначених для конкретних галузей економіки: сільського господарства, металургії, харчової промисловості, легкої промисловості тощо. Це критично важливий сегмент економіки, який забезпечує технологічну базу для функціонування багатьох секторів господарства. У ХХІ столітті галузеве машинобудування стикається з численними викликами, але водночас відкриває широкі можливості для розвитку завдяки впровадженню інновацій, автоматизації та цифрових технологій.

Сьогодні галузеве машинобудування перебуває у фазі трансформації. У більшості розвинених країн воно зберігає стратегічну важливість і розвивається за рахунок інвестицій у високотехнологічне виробництво. В Україні ця галузь відіграє важливу роль у промисловому секторі, хоча й зазнає труднощів, зокрема через застарілі технології, нестачу фінансування, низький рівень внутрішнього попиту та втрату частини виробничого потенціалу внаслідок воєнних дій.

У країнах Європи, США, Китаї та Японії галузеве машинобудування інтегрується з ІТ-сферою, зростає виробництво «розумних» машин, зокрема з використанням елементів штучного інтелекту, сенсорних систем та автоматизованих управлінських комплексів.

До основних напрямів розвитку галузевого машинобудування належать: автоматизація виробництва – впровадження роботизованих систем, які підвищують ефективність і точність технологічних процесів; енергозбереження та екологічність – створення машин, які споживають менше енергії та мають мінімальний вплив на довкілля; модернізація обладнання – оновлення існуючих виробничих потужностей з метою підвищення конкурентоспроможності продукції.

Цифрова трансформація є ключовим трендом у галузевому машинобудуванні. Такі інновації дають змогу: скоротити терміни розробки та впровадження нової продукції; зменшити витрати на матеріали та енергію; підвищити якість продукції; прогнозувати зношення та своєчасно проводити обслуговування машин.

У країнах ЄС розвиваються так звані «розумні заводи», які функціонують майже без участі людини. Це вимагає нових підходів до підготовки кадрів, змін в освіті та підвищення кваліфікації персоналу.

Попри перспективи, галузеве машинобудування стикається з низкою проблем, зокрема: застаріле обладнання – значна частина підприємств працює на техніці, яка морально й фізично застаріла; кадровий голод – нестача

кваліфікованих інженерів, технологів і робітників; зовнішньоекономічна нестабільність – війни, коливання валют негативно впливають на експорт і імпорт техніки; конкуренція з боку закордонних виробників – дешеві або якісні машини з Китаю, Німеччини, Південної Кореї витісняють місцеву продукцію з ринку.

Попри складнощі, галузеве машинобудування має великі шанси на відновлення та зростання. Головні перспективи пов'язані з: державними програмами підтримки – зокрема, податкові пільги, програми інноваційного розвитку, гранти на науково-дослідні проекти; створенням індустріальних парків та технопарків, що забезпечують сприятливе середовище для розвитку машинобудівних кластерів; розвитком внутрішнього ринку – зокрема, за рахунок модернізації інших галузей, які потребують сучасної техніки.

Галузеве машинобудування є стратегічно важливим сектором, що забезпечує стабільне функціонування ключових галузей економіки. Незважаючи на наявні проблеми, особливо в умовах геополітичної нестабільності та економічної турбулентності, ця галузь має значний потенціал розвитку. Ключовими умовами для його реалізації є інновації, державна підтримка, модернізація виробництва та підвищення рівня підготовки фахівців. Успішна реалізація цих напрямів дозволить галузевому машинобудуванню стати драйвером економічного зростання в найближчі десятиліття.

Отже, галузеве машинобудування є одним із ключових секторів економіки, від якого залежить розвиток багатьох інших галузей виробництва. Воно перебуває в умовах глибоких трансформацій, пов'язаних із цифровізацією, автоматизацією та впровадженням інноваційних технологій. Це відкриває значні можливості для підвищення ефективності, якості продукції та конкурентоспроможності на світовому ринку.

Водночас галузь стикається з серйозними викликами, такими як застаріла матеріально-технічна база, нестача кваліфікованих кадрів і вплив зовнішньоекономічних факторів. Подолання цих проблем потребує комплексного підходу, що включає державну підтримку, модернізацію виробництва та розвиток інженерної освіти.

У перспективі галузеве машинобудування має всі передумови для відновлення і зростання. За умови ефективного впровадження інновацій та створення сприятливого інвестиційного середовища воно може стати важливим рушієм економічного розвитку та технологічного прогресу країни.

Список використаних джерел

1. Зарічна Т. С., Тарасова К. І. Машинобудування України: сучасний стан, структура та тенденції розвитку галузі. Статистика – інструмент соціально-економічних досліджень: збірник наукових студентських праць. Випуск 5. Частина I. ОНЕУ. Одеса, 2019. С. 68–76.

2. Пігуль Н. Г., Пігуль Є. І. Сучасний стан та перспективи розвитку машинобудівного комплексу України. Економіка та суспільство. Мукачівський державний університет, 2018. № 15. С. 444–449.

КОМП'ЮТЕРНА ДІАГНОСТИКА СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ

Іллюк І.С.

здобувач освіти ОПП Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів

Царюк Н.В.

викладач загальнотехнічних дисциплін

Лисичанський гірничо – індустріальний фаховий коледж

Комп'ютерна діагностика сучасних автомобілів є одним із ключових елементів технічного обслуговування в умовах стрімкого розвитку автомобільної електроніки. Сучасний автомобіль вже давно перестав бути лише механічною системою — сьогодні це складний електромеханічний комплекс, у якому робота двигуна, трансмісії, гальмівної системи, рульового управління, систем безпеки та комфорту контролюється великою кількістю електронних блоків управління. Кожен із цих блоків відповідає за свою частину автомобіля та постійно взаємодіє з датчиками, які фіксують фізичні параметри — температуру, тиск, швидкість обертання, положення деталей, склад вихлопних газів та багато іншого. Отримана інформація обробляється в реальному часі, і на її основі система приймає рішення щодо корекції роботи агрегатів, щоб забезпечити оптимальну продуктивність, економічність і безпеку.

Комп'ютерна діагностика як процес полягає у зчитуванні, аналізі та інтерпретації даних, які зберігаються в цих електронних блоках. Для цього використовується спеціальне діагностичне обладнання — сканери, мультимарочні прилади або дилерські системи, які підключаються до автомобіля через стандартний діагностичний інтерфейс OBD-II або через виробничі роз'єми у більш складних системах. Після підключення пристрій отримує доступ до пам'яті електронного блоку управління, де зберігаються коди несправностей. Ці коди є своєрідними «підказками» системи і вказують, у якому саме напрямку потрібно шукати проблему. Наприклад, вони можуть сигналізувати про неправильну роботу датчика кисню, пропуски запалювання в циліндрах, зниження тиску палива, несправність системи ABS або порушення зв'язку між блоками управління.

Однак сучасна діагностика не обмежується лише читанням помилок. Значно важливішим етапом є аналіз так званих «живих даних», які відображають реальні показники роботи двигуна та інших систем у момент експлуатації. Це дозволяє спостерігати за тим, як змінюються параметри під навантаженням, на холостому ході або під час руху. До таких даних належать показники витрати повітря, тиск у впускному та паливному тракці, температура різних систем, корекції паливоподачі, положення дросельної заслінки, робота турбонагнітача та інші параметри. Завдяки цьому можна виявити приховані несправності, які ще не призвели до появи помилок, але вже впливають на ефективність роботи автомобіля.

Ще одним важливим елементом комп'ютерної діагностики є тестування виконавчих механізмів. За допомогою діагностичного обладнання можна примусово активувати окремі системи автомобіля, наприклад паливний насос, форсунки, електровентиллятори, клапани рециркуляції вихлопних газів або

елементи гальмівної системи. Це дозволяє перевірити їхню справність без необхідності повного розбирання автомобіля. Крім того, сучасні діагностичні системи підтримують функції адаптації та кодування, які необхідні після заміни деталей або оновлення програмного забезпечення електронних блоків. Це особливо важливо для правильного узгодження нових компонентів із загальною системою автомобіля.

Варто підкреслити, що комп'ютерна діагностика не є абсолютно самостійним методом визначення несправностей. Вона лише надає інформацію про можливу зону проблеми, але не завжди вказує на точну фізичну причину. Один і той самий код помилки може бути наслідком різних факторів: несправності датчика, пошкодження проводки, поганого контакту або навіть програмного збою. Саме тому електронна діагностика завжди повинна поєднуватися з механічною перевіркою та професійним аналізом досвідченого спеціаліста.

З розвитком автомобільних технологій ускладнюється і сама структура електронних систем. Сучасні автомобілі можуть містити десятки взаємопов'язаних блоків управління, які обмінюються даними через високошвидкісні шини зв'язку CAN, LIN або FlexRay. Це забезпечує швидку та точну координацію всіх систем, але одночасно робить діагностику більш складною, оскільки несправність в одному вузлі може впливати на роботу кількох інших систем одночасно.

Попри складність, комп'ютерна діагностика має величезні переваги. Вона значно скорочує час пошуку несправностей, дозволяє уникати зайвих витрат на заміну справних деталей, підвищує точність ремонту та забезпечує більш високий рівень безпеки експлуатації автомобіля. Крім того, регулярна діагностика використовується як профілактичний захід, що дозволяє виявляти потенційні проблеми ще до їхнього переростання у серйозні поломки. Вона також є важливим інструментом при купівлі вживаних автомобілів, оскільки дає можливість перевірити реальний стан електронних систем і виявити приховані дефекти.

Таким чином, комп'ютерна діагностика сучасних автомобілів є складним, багаторівневим і надзвичайно важливим процесом, який поєднує в собі електроніку, програмне забезпечення та інженерну аналітику. Вона стала невід'ємною частиною сучасного автосервісу і продовжує розвиватися разом із автомобільною промисловістю, відіграючи ключову роль у забезпеченні надійності, безпеки та ефективності сучасних транспортних засобів.

Список використаних джерел

1. Кириченко О. В. Електронні системи автомобілів та їх діагностика : навчальний посібник. - Львів : Львівська політехніка, 2020. - 198 с.
2. Пузанков А. Г. Автомобільна електроніка та діагностика систем управління двигуном. - Київ : Техніка, 2019. - 312 с.
3. Ходаков В. Є., Лисенко О. П. Сучасні системи діагностики автомобілів : навчальний посібник. - Харків : ХНАДУ, 2021. - 256 с.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Копиця Є.С.

здобувач освіти ОПП Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів

Резнік С.А.

викладач хімії, біології та екології

Лисичанський гірничо – індустріальний фаховий коледж

Перспективи розвитку відновлюваних джерел енергії у світі є надзвичайно масштабними і визначають майбутню трансформацію всієї енергетичної системи. Основним фактором цього розвитку є глобальна необхідність зменшення викидів парникових газів і боротьба зі зміною клімату, що змушує країни поступово відмовлятися від вугілля, нафти та природного газу. У результаті формується довгостроковий тренд переходу до низьковуглецевої або повністю безвуглецевої енергетики, де ключову роль відіграють сонячна, вітрова, гідроенергетика, біоенергетика та геотермальні джерела.

Найбільш динамічно розвивається сонячна енергетика, оскільки вона стала однією з найдешевших форм виробництва електроенергії в багатьох регіонах світу. Постійне вдосконалення технологій виробництва сонячних панелей, зокрема розвиток перовскітних елементів, дозволяє підвищувати ефективність перетворення сонячного випромінювання в електроенергію та знижувати витрати. У майбутньому очікується ще ширше впровадження сонячних станцій не лише у вигляді великих електростанцій, а й у формі інтеграції у будівлі, транспортну інфраструктуру та приватні домогосподарства. Основною проблемою залишається нерівномірність генерації, оскільки виробництво енергії залежить від часу доби та погодних умов, тому розвиток систем накопичення стає критично важливим.

Вітрова енергетика також має значні перспективи, особливо завдяки розвитку офшорних вітрових електростанцій, які встановлюються у морських акваторіях і забезпечують стабільніші та сильніші потоки вітру порівняно з сушею. Сучасні турбіни стають дедалі більшими та ефективнішими, що дозволяє значно збільшувати обсяги генерації електроенергії. У майбутньому очікується розвиток плаваючих платформ для вітрових турбін, що дозволить розширити географію їх використання. Водночас залишаються певні виклики, пов'язані з впливом на ландшафт, екосистеми та нерівномірністю вітрових умов.

Гідроенергетика залишається найстабільнішим відновлюваним джерелом енергії, однак її потенціал у багатьох країнах вже значною мірою використаний. Подальший розвиток пов'язаний переважно з модернізацією існуючих гідроелектростанцій, підвищенням їх ефективності та будівництвом малих гідроелектростанцій. Важливу роль також відіграють гідроакумулюючі станції, які фактично виконують функцію великих енергетичних акумуляторів і дозволяють балансувати енергосистему при нестабільній генерації з інших ВДЕ.

Біоенергетика розвивається як напрям використання органічних відходів, сільськогосподарської продукції та спеціальних енергетичних культур. Вона дозволяє не лише виробляти енергію, а й вирішувати проблему утилізації

відходів. Перспективним є розвиток біогазових установок, виробництво біопалива для транспорту та промисловості. Однак цей напрям потребує обережного підходу через можливу конкуренцію з продовольчим виробництвом і неоднозначний вплив на баланс викидів вуглецю.

Геотермальна енергетика має значний потенціал як стабільне джерело енергії, що не залежить від погодних умов. Вона особливо перспективна в регіонах з високою геологічною активністю, де тепло Землі доступніше для використання. Нові технології глибокого буріння дозволяють розширити можливості її застосування навіть у менш активних регіонах, однак висока вартість впровадження залишається стримуючим фактором.

Окремим стратегічним напрямом є розвиток систем накопичення енергії, без яких повноцінна інтеграція відновлюваних джерел у глобальну енергосистему неможлива. Сьогодні домінують літій-іонні батареї, однак їх розвиток супроводжується проблемами вартості, обмеженості сировини та екологічного впливу видобутку металів. У перспективі очікується широке впровадження натрій-іонних акумуляторів, які є дешевшими та доступнішими, а також розвиток водневих технологій, де енергія зберігається у хімічній формі. Особливо важливим є концепт «зеленого водню», який виробляється шляхом електролізу води з використанням відновлюваної енергії та може стати універсальним енергетичним носієм для промисловості, транспорту та енергетики.

Не менш важливим елементом є розвиток інтелектуальних енергетичних систем, які дозволяють автоматично балансувати виробництво і споживання електроенергії, інтегрувати розподілені джерела генерації та підвищувати загальну ефективність енергомережі. Такі системи базуються на цифрових технологіях, штучному інтелекті та великих даних, що робить енергетику більш адаптивною та стійкою до навантажень.

У підсумку відновлювані джерела енергії мають дуже високі перспективи розвитку і в майбутньому стануть основою світової енергетики. Під впливом кліматичних змін, зростання попиту на енергію та виснаження викопних ресурсів країни поступово переходять до більш екологічних та безпечних технологій.

У результаті енергетична система майбутнього стане більш децентралізованою, екологічною та технологічно розвиненою, що сприятиме сталому розвитку суспільства і зменшенню негативного впливу на довкілля.

Список використаних джерел

1. Дячук О. А., Тітенко З. М. Відновлювані джерела енергії: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 312 с.
2. Кудря С. О. Відновлювані джерела енергії. Київ: НТУУ «КПІ», 2020. 400 с.
3. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. Основи екології: підручник. Київ: Либідь, 2019. 352 с.

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Ремез А.А.

здобувач освіти ОПП Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів

Хоружий В.В.

викладач спеціальних дисциплін

Лисичанський гірничо – індустріальний фаховий коледж

Сучасні системи технічного обслуговування автомобільного транспорту є складною багаторівневою сукупністю методів, технологій і цифрових інструментів, що забезпечують підтримання транспортних засобів у справному стані протягом усього життєвого циклу. Їх розвиток зумовлений стрімкою еволюцією автомобільної техніки, зростанням кількості електронних систем керування, а також необхідністю підвищення безпеки руху, зниження експлуатаційних витрат і мінімізації простоїв транспорту. Якщо раніше технічне обслуговування було переважно механічним процесом, то сьогодні воно перетворилося на високотехнологічну сферу, що активно використовує інформаційні технології, автоматизацію та аналітику даних.

Традиційна система планово-попереджувального технічного обслуговування, яка довгий час залишалася основною, базується на виконанні регламентних робіт через встановлені інтервали часу або пробігу. Вона включає заміну мастил, фільтрів, перевірку гальмівної системи, підвіски та інших вузлів. Попри свою простоту та передбачуваність, така система має суттєві недоліки, адже не враховує реальний технічний стан конкретного автомобіля, стиль водіння та умови експлуатації. Це часто призводить або до передчасного обслуговування, або до запізненого виявлення несправностей.

У сучасних умовах все більшого поширення набуває система обслуговування за фактичним технічним станом. Вона ґрунтується на використанні датчиків, електронних блоків керування та діагностичних систем, які постійно контролюють роботу основних агрегатів автомобіля. Інформація про температуру двигуна, тиск мастила, стан гальмівних колодок, рівень зносу деталей та інші параметри дозволяє точно визначати момент, коли необхідне втручання. Такий підхід значно підвищує ефективність експлуатації транспортних засобів і зменшує витрати на обслуговування.

Наступним етапом розвитку є прогнозне технічне обслуговування, яке вважається найбільш інноваційним напрямом у цій сфері. Воно базується на використанні великих даних, алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту. Сучасні автомобілі обладнані великою кількістю сенсорів, які в режимі реального часу збирають інформацію про всі процеси, що відбуваються в транспортному засобі. Ці дані передаються через телематичні системи до серверів, де аналізуються спеціальними програмними комплексами. На основі цього аналізу система може прогнозувати ймовірність виникнення несправності ще до того, як вона реально проявиться, і рекомендувати проведення обслуговування у найоптимальніший момент.

Важливою складовою сучасних систем технічного обслуговування є телематика, яка поєднує можливості зв'язку, навігації та діагностики. Завдяки їй можна відстежувати місцезнаходження автомобіля, його маршрут, швидкість руху, витрату пального, а також технічні показники. Це особливо актуально для комерційного транспорту, де контроль ефективності використання автопарку має велике економічне значення. Телематика також сприяє підвищенню безпеки, оскільки дозволяє оперативно реагувати на аварійні ситуації або відхилення в роботі систем автомобіля.

Окрему роль відіграють системи бортової діагностики OBD-II, які стали стандартом для сучасних автомобілів. Вони забезпечують доступ до інформації про стан електронних систем і дозволяють швидко виявляти помилки шляхом зчитування спеціальних кодів. Це значно спрощує роботу сервісних центрів, скорочує час діагностики та підвищує точність визначення несправностей. У поєднанні з комп'ютерними діагностичними комплексами це створює потужну основу для швидкого та якісного технічного обслуговування.

У великих автотранспортних підприємствах і сервісних центрах широко застосовуються системи управління технічним обслуговуванням (CMMS). Вони дозволяють автоматизувати планування ремонтів, вести облік виконаних робіт, контролювати використання запасних частин, аналізувати витрати та формувати історію кожного транспортного засобу. Це забезпечує прозорість процесів і дає змогу приймати більш ефективні управлінські рішення.

Застосування сучасних систем технічного обслуговування має значний економічний і технічний ефект. Воно дозволяє суттєво зменшити кількість раптових поломок, скоротити простої транспорту, підвищити рівень безпеки дорожнього руху та продовжити термін служби автомобілів. Крім того, завдяки оптимізації роботи двигунів і систем зменшується споживання пального та викиди шкідливих речовин, що позитивно впливає на екологічну ситуацію.

Таким чином, сучасні системи технічного обслуговування автомобільного транспорту поступово переходять від традиційних механічних підходів до інтелектуальних цифрових технологій. Вони об'єднують у собі автоматизований контроль, дистанційний моніторинг і прогностичну аналітику, формуючи новий рівень взаємодії між людиною, автомобілем і інформаційними системами.

Список використаних джерел

1. Гринчук І. П. Технічна експлуатація автомобілів : навчальний посібник. Київ : НТУ, 2020. 356 с.
2. Довгий С. О., Кравченко В. В. Системи технічного обслуговування та ремонту автомобілів : підручник. Харків : ХНАДУ, 2019. 412 с.
3. Кухаренко В. П. Автомобільна діагностика та технічне обслуговування. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 280 с.
4. Носов П. С. Сучасні інформаційні технології в автомобільному транспорті : монографія. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 310 с.
5. Писаренко В. М. Експлуатація та обслуговування автомобільного транспорту : навчальний посібник. Одеса : ОНМУ, 2018. 265 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТОМ

Калганов Д.М.

здобувач освіти ОПП

Сухорський Г.Й

викладач загальнотехнічних дисциплін

Лисичанський гірничо – індустріальний фаховий коледж

Автоматизація процесів керування автотранспортом є складною багаторівневою системою, яка охоплює всі етапи роботи транспортного підприємства — від стратегічного планування до оперативного контролю виконання перевезень і подальшого аналізу результатів. Її головна мета полягає у створенні єдиного цифрового середовища, де всі процеси управління автопарком виконуються максимально точно, швидко та з мінімальним втручанням людини.

У сучасних умовах основою такої автоматизації виступають інтегровані транспортні інформаційні системи, які поєднують у собі функції диспетчеризації, моніторингу, аналітики, документообігу та управління ресурсами. Ці системи працюють на базі великих масивів даних і часто використовують елементи штучного інтелекту для прогнозування навантаження, оптимізації маршрутів та підвищення ефективності використання транспорту.

Одним із ключових елементів автоматизації є GPS-моніторинг і телематика. Кожен транспортний засіб обладнується спеціальними датчиками та GPS-трекерами, які передають дані про його місцезнаходження, швидкість, напрямок руху, витрату пального, температуру вантажу (якщо це необхідно) та технічний стан основних вузлів. Ця інформація в режимі реального часу надходить до диспетчерського центру, де автоматично аналізується системою. Це дозволяє не лише контролювати пересування транспорту, а й оперативно реагувати на будь-які нештатні ситуації, наприклад відхилення від маршруту, простої або перевищення допустимих параметрів експлуатації.

Важливим напрямом автоматизації є інтелектуальне планування маршрутів. Сучасні алгоритми враховують десятки змінних: дорожню ситуацію, затори, погодні умови, обмеження швидкості, тип вантажу, часові вікна доставки, витрати пального та навіть історичні дані про рух. На основі цих параметрів система формує оптимальні маршрути, які мінімізують витрати і час доставки. У великих логістичних компаніях такі алгоритми дозволяють одночасно координувати сотні або навіть тисячі транспортних засобів, що практично неможливо зробити вручну.

Окрему роль відіграє автоматизація управління автопарком як активами підприємства. Системи обліку фіксують кожен автомобіль, його технічні характеристики, історію ремонтів, страховку, пробіг та витрати. На основі цих даних формується графік технічного обслуговування, який система може оновлювати автоматично залежно від реального стану транспортного засобу. Це дозволяє переходити від планово-попереджувальної системи ремонту до більш ефективної - обслуговування за фактичним станом.

Не менш важливою є автоматизація роботи з водіями. Сучасні системи фіксують стиль водіння за допомогою акселерометрів і GPS-даних, визначаючи різкі прискорення, гальмування, перевищення швидкості та тривалість

безперервної роботи. Ці дані використовуються для оцінки ефективності водіїв, формування систем мотивації та підвищення безпеки дорожнього руху. У деяких системах впроваджуються елементи гейміфікації або рейтингові системи, що стимулюють більш економічне та безпечне водіння.

Автоматизація також охоплює логістичні та адміністративні процеси. Наприклад, оформлення транспортних накладних, актів виконаних робіт, рахунків і звітів може здійснюватися автоматично на основі даних про виконане перевезення. Це значно зменшує обсяг ручної роботи, мінімізує помилки та прискорює документообіг. Крім того, системи можуть бути інтегровані з бухгалтерським програмним забезпеченням, складськими системами, створюючи єдину інформаційну екосистему підприємства.

Ще одним важливим напрямом є аналітика та прогнозування. На основі накопичених даних система може аналізувати ефективність маршрутів, витрати пального, навантаження на транспорт, сезонні коливання попиту та інші фактори. Це дозволяє керівництву приймати обґрунтовані рішення щодо розширення автопарку, оптимізації витрат або зміни логістичної стратегії. У більш просунутих системах використовуються алгоритми машинного навчання, які здатні прогнозувати поломки або затримки ще до їх виникнення.

Важливою складовою є також забезпечення безпеки. Автоматизовані системи можуть контролювати дотримання правил дорожнього руху, режиму праці та відпочинку водіїв, а також виявляти потенційно небезпечні ситуації. Деякі системи навіть інтегруються з камерами відеоспостереження та системами допомоги водію, що додатково підвищує рівень контролю.

Таким чином, автоматизація процесів керування автотранспортом є не просто технічним удосконаленням, а комплексною трансформацією всієї логістичної діяльності. Вона дозволяє підприємствам значно підвищити продуктивність, знизити витрати, покращити якість обслуговування клієнтів і забезпечити більш високий рівень безпеки. У перспективі розвиток таких систем буде пов'язаний із ще глибшою інтеграцією штучного інтелекту, автономного транспорту та повної цифровізації логістичних процесів.

Список використаних джерел

1. Войтюк В. Д. Інформаційні системи і технології в транспортній логістиці : навч. посіб. Київ : НТУ, 2020. 312 с.
2. Ковальчук І. В., Григор'єв О. М. Логістичні системи та управління транспортом. Київ : Логос, 2019. 284 с.
3. Петров В. М. Інформаційні системи управління автотранспортом. Харків : ХНАДУ, 2020. 230 с.

ВІТРОВА ЕНЕРГЕТИКА: ОФШОРНІ ТА ПЛАВАЮЧІ ВІТРОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Дзюбенко С.О.

викладач

*Таращанський технічний
та економіко-правовий
фаховий коледж*

Вступ. Сучасний етап розвитку світової енергетики характеризується переходом до низьковуглецевих джерел енергії. Вітрова енергетика є одним із найдинамічніших секторів відновлюваної енергетики, що демонструє стабільне зростання встановлених потужностей у світі. Особливе місце займають офшорні (морські) вітрові електростанції, які мають значні переваги над наземними, зокрема вищу швидкість вітру та стабільність генерації.

Останнім інноваційним напрямом є розвиток плаваючих вітрових електростанцій, що дозволяють використовувати глибоководні акваторії, недоступні для традиційних офшорних установок. Це відкриває нові перспективи для країн із обмеженим шельфом, включаючи потенційні можливості для України в акваторії Чорного моря[1].

Основи вітрової енергетики. Вітрова енергетика базується на перетворенні кінетичної енергії повітряних потоків у механічну, а потім у електричну енергію за допомогою вітротурбін. Основними компонентами сучасної вітрової установки є:

- ротор з лопатями;
- генератор;
- башта;
- система керування.

Ефективність роботи вітрових електростанцій залежить від швидкості вітру, яка зростає з висотою та є більш стабільною над водною поверхнею. Саме тому морські вітрові установки мають значно вищий коефіцієнт використання встановленої потужності порівняно з наземними.

Офшорні вітрові електростанції: особливості та переваги. Офшорні вітрові електростанції розміщуються у прибережних водах морів і океанів, зазвичай на глибинах до 50–60 метрів[2]. Вони встановлюються на фіксованих фундаментах, таких як:

- монопалі;
- гравітаційні основи;
- решітчасті конструкції (jacket).

Основні переваги офшорної вітроенергетики:

1. Вищі швидкості вітру. Над морем відсутні природні перешкоди, що забезпечує стабільні повітряні потоки.
2. Менша турбулентність. Це знижує зношування обладнання.
3. Можливість встановлення більших турбін. Сучасні офшорні турбіни мають потужність понад 10–15 МВт.

4. Менший вплив на населення. Відсутність шумового та візуального впливу на густонаселені райони.

Недоліки:

- висока вартість будівництва та обслуговування;
- складність монтажу;
- потреба у спеціалізованих суднах і технологіях.

Найбільш розвинутими країнами в цій сфері є Велика Британія, Німеччина, Данія та Китай, які активно інвестують у розвиток офшорної вітроенергетики.

Плаваючі вітрові електростанції: новий етап розвитку. Плаваючі вітрові електростанції (Floating Offshore Wind) є інноваційним рішенням для використання вітрового потенціалу на глибинах понад 60 метрів, де традиційні фундаменти є економічно недоцільними.

Основні типи плавучих платформ:

- спар-платформи (циліндричні, занурені глибоко у воду);
- напівзанурені платформи;
- платформи на натяжних тросах (TLP — Tension Leg Platform).

Переваги плаваючих станцій:

1. Доступ до глибоководних районів. Це значно розширює потенціал використання вітрових ресурсів.

2. Вища продуктивність. У відкритому морі швидкість вітру ще більша.

3. Менший вплив на морське дно.

4. Можливість серійного виробництва платформ на березі.

Виклики:

- висока вартість технологій;
- складність стабілізації конструкцій;
- потреба у нових підходах до підключення до енергосистеми.

Незважаючи на це, вартість таких технологій поступово знижується завдяки масштабуванню та інноваціям.

Технологічні інновації в офшорній вітроенергетиці. Розвиток офшорних та плаваючих вітрових електростанцій супроводжується впровадженням новітніх технологій:

1. Збільшення розміру турбін. Нові моделі мають діаметр ротора понад 200 метрів.

2. Цифровізація. Використання штучного інтелекту для прогнозування вітру та оптимізації роботи.

3. Автоматизація обслуговування. Дрони та роботизовані системи для інспекції.

4. Інтеграція з системами зберігання енергії.

5. Виробництво «зеленого» водню на основі надлишкової енергії.

Ці інновації сприяють зниженню вартості електроенергії та підвищенню надійності систем.

Екологічні аспекти. Офшорна вітроенергетика має значно менший вуглецевий слід порівняно з традиційною енергетикою. Водночас вона може впливати на морські екосистеми:

1. Позитивні ефекти: зменшення викидів CO₂; створення штучних рифів навколо фундаментів; зниження залежності від викопного палива.

2. Потенційні ризики: вплив на морських птахів; шум під час будівництва; зміни у поведінці морських тварин.

Сучасні проекти враховують екологічні стандарти та передбачають заходи з мінімізації негативного впливу.

Економічні аспекти та перспективи розвитку. Офшорна вітроенергетика є капіталомісткою, однак має значний економічний потенціал:

- створення нових робочих місць;
- розвиток суднобудування та інфраструктури;
- залучення інвестицій;
- зниження вартості електроенергії у довгостроковій перспективі.

За останні роки вартість офшорної електроенергії суттєво знизилась завдяки ефекту масштабу та технологічному прогресу[4]. Очікується, що плаваючі електростанції стануть конкурентоспроможними вже у найближчі десятиліття.

Перспективи для України. Україна має значний потенціал розвитку офшорної вітроенергетики, особливо в акваторії Чорного та Азовського морів[3]. **Основні переваги:**

- сприятливі вітрові умови;
- наявність портової інфраструктури;
- потреба у децентралізації енергетики;
- курс на інтеграцію з європейським енергетичним ринком.

Висновки. Офшорні та плаваючі вітрові електростанції є ключовими елементами сучасної енергетичної трансформації. Вони забезпечують стабільне та екологічно чисте виробництво електроенергії, відкриваючи нові можливості для використання природних ресурсів.

Плаваючі технології, зокрема, мають потенціал кардинально змінити ринок вітроенергетики, розширивши доступ до високоефективних вітрових зон. Незважаючи на наявні технічні та економічні виклики, їх розвиток є перспективним та стратегічно важливим для глобальної енергетичної безпеки.

Для України цей напрям може стати важливим елементом енергетичної незалежності та інтеграції у європейський енергетичний простір.

Список використаних джерел

1. Бойко В. С., Конеченков А. Є. Вітроенергетика в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку // *Відновлювана енергетика*. – 2022. – №3. – С. 5–12.
2. Денисюк С. П., Стрелков В. О. Перспективи розвитку офшорної вітроенергетики в Україні // *Енергетика: економіка, технології, екологія*. – 2021. – №2. – С. 23–30.
3. Міністерство енергетики України. *Енергетична стратегія України до 2050 року*. – Київ, 2023.
4. НЕК «Укренерго». *Звіт про розвиток енергосистеми України*. – Київ, 2024.
5. Сухін О. О. Розвиток морської енергетики в Україні: виклики та можливості // *Причорноморські економічні студії*. – 2022. – №68. – С. 45–51.

ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НОВІТНІХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У БУДІВЛЯХ (НА ПРИКЛАДІ ПЛАТФОРМИ ALADDIN)

Комелькова О. С.

магістр, викладач вищої кваліфікаційної категорії, старший викладач,
завідувач відділення

ВСП «Рівненський технічний фаховий коледж НУВГП», м. Рівне

В умовах сучасних енергетичних викликів, пошкодження енергетичної інфраструктури та нестабільності електропостачання, забезпечення безперервної роботи освітніх закладів набуває критичного значення. Підвищення енергоефективності будівель та впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) вимагає застосування новітніх цифрових інструментів для оптимізації проектних рішень. Ефективним засобом є використання систем комп'ютерного енергетичного моделювання, які дозволяють проводити віртуальні експерименти ще на етапі проектування. Одним із таких інноваційних рішень є безкоштовна інтегрована CAD/CAE онлайн-платформа Aladdin, розроблена Institute for Future Intelligence (США) у межах проекту REBUILD.

Платформа Aladdin дозволяє проводити комплексне моделювання теплонадходжень та тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції, а також симулювати роботу систем сонячної енергетики. Програмне середовище підтримує п'ять ключових категорій дій: дослідження проблеми, конструювання 3D-моделей, аналіз енергоспоживання, оптимізація рішень та підсумкове оцінювання. Особливістю платформи є застосування методу навчання та проектування через ітерації: користувач створює базову 3D-модель, запускає швидко симуляцію, приймає інженерні рішення (наприклад, змінює товщину теплоізоляції чи орієнтацію панелей) і одразу перевіряє свою гіпотезу повторною симуляцією.

Практична апробація можливостей платформи Aladdin була здійснена на прикладі моделювання триповерхового навчального корпусу закладу фахової передвищої освіти у м. Рівне. За допомогою інструментів конструювання було створено 3D-модель будівлі (рис.1) та проведено порівняльний аналіз тепловтрат до та після віртуальної термомодернізації.



Рис. 1. 3D-модель навчального корпусу в середовищі Aladdin.

Цифровий експеримент математично підтвердив, що приведення характеристик зовнішніх стін, даху та фундаменту до сучасних стандартів ДБН В.2.6-31:2021 дозволяє оптимізувати річне споживання енергії на опалення до 227,17 МВт·год. Аналіз проводився з урахуванням сезонного розподілу навантажень, що забезпечило максимальну реалістичність отриманих даних.

Окремо було досліджено інструментарій Aladdin для моделювання роботи відновлюваних джерел енергії. На 3D-моделі було віртуально розміщено масив із 42 сонячних панелей типу Trina Solar 625 Вт. Симуляція наочно довела (рис. 2), що розміщення панелей на південному схилі даху забезпечує річний виробіток на рівні 11 317,56 кВт·год, що на 29% ефективніше порівняно з ідентичним масивом північної орієнтації (8 002,46 кВт·год).

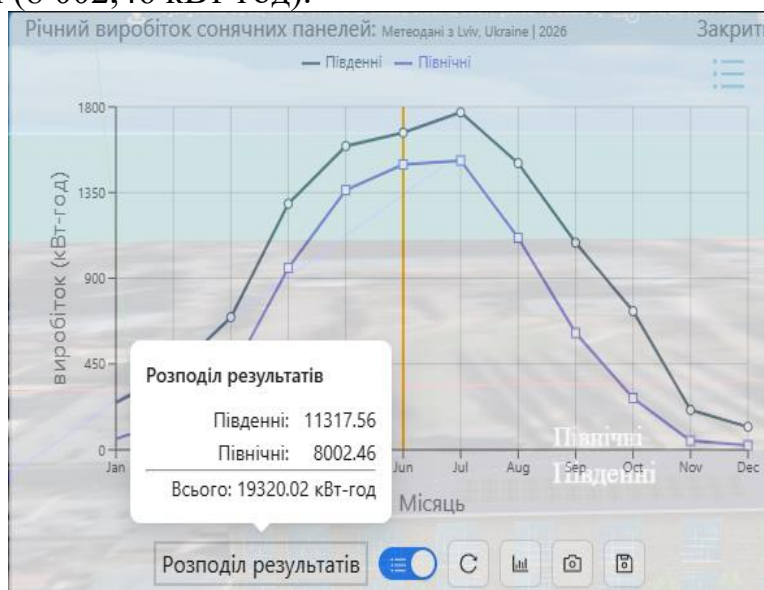


Рис. 2. Річний виробіток сонячних панелей залежно від орієнтації.

Отже, використання інноваційної платформи Aladdin дозволяє алгоритмізувати процеси проєктування та оптимізувати енергетичні характеристики будівель. Застосування таких новітніх технологій цифрового просторового моделювання є потужним засобом підвищення ефективності інженерних рішень, а також має високу освітню цінність (STEM-ефект) для формування сучасних аналітичних компетенцій.

Подяка. Робота виконана за фінансової підтримки Національної академії наук США (U.S. NAS) через Український науково-технологічний центр у межах гранту № 7135 (програма IMPRESS-U).

Список використаних джерел

1. Кабінет Міністрів України. Деякі заходи щодо стабілізації роботи об'єднаної енергетичної системи України : Розпорядження від 07.06.2024 № 510-р. 2024. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deiaki-zakhody-shchodo-stabilizatsii-roboty-obiednano-enerhetychnoi-s-510r-70624> (дата звернення: 01.05.2026).
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Єдина державна електронна система у сфері будівництва. URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3075196638495507996?doc_type=2 (дата звернення: 01.05.2026).

АДАПТАЦІЯ АГРОВИРОБНИЦТВА ДО НОВИХ КЛІМАТИЧНИХ РЕАЛІЙ: ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ

Подуфалова О.С.
викладач обліково-економічних

дисциплін

*ВСП «Могилів-Подільський
технологічно-економічний фаховий коледж
Вінницького НАУ»*

Анотація. Внаслідок стрімких кліматичних змін збиток для економіки в цілому включає не лише втрати від зниження врожаю, але і різкі стрибки цін на агропродукцію. В свою чергу невизначеність і не прогнозованість таких збитків негативно впливає не тільки на виробників, а й кінцевих споживачів продукції, що призводить до некерованих трансформацій соціально-економічного ландшафту сільської місцевості України. У зв'язку з цим необхідна реалізація комплексних програм, в тому числі регіональних щодо зниження ризиків і збитків від кліматичних змін, адаптації сільського господарства до мінливих кліматичних умов. Підготовка та впровадження таких програм потребує комплексних обґрунтованих підходів: аналізу, моделювання та прогнозування кліматичних змін, економічної оцінки їх наслідків та заходів щодо адаптації та зниження ризиків.

Ключові слова: кліматичні зміни, прогнозування, економічна оцінка, заходи адаптації, страхування.

Постановка проблеми. Світова економіка характеризується одним із найдраматичніших періодів у своїй історії. Трансформаційні процеси, які відбуваються, обумовлюються природними чинниками (виснаженням природних ресурсів, кліматичними змінами) та соціально-економічними факторами (загальне безробіття, демографічний ріст, технологічний розвиток).

В даному контексті сільське господарство визначається як найбільш залежне від впливу кліматичних змін. При цьому існуючі економічні прогнози впливу зміни клімату на сільське господарство досить суперечливі через високу невизначеність, брак наукових досліджень у цій області та відсутність обґрунтованих підходів до такого прогнозування.

Аналіз досліджень і публікації. Проблему економічних важелів впливу аграрного виробництва в умовах кліматичних ризиків досліджували такі вітчизняні і зарубіжні науковці Дж. Агард, С.К. Ален, Т.І. Адаменко, Р.А. Вожегова, Б.Я. Панасюк, М.І. Ромащенко, В.Ф. Сайко, О.Г. Тараріко, В.О. Ушкаренко, М.А. Хвесик та ін.

Мета статті. Висвітлити взаємовплив змін клімату й агропромислового виробництва та його наслідки для продовольчої безпеки, розкрити можливі стратегії управління ризиками погодних аномалій. Наголосити на важливість страхування у процесі кліматичних змін.

Основні результати дослідження. Кліматичні зміни стали одним із найсерйозніших викликів для світового сільського господарства в ХХІ столітті.

Підвищення середньорічних температур, частіша поява екстремальних погодних явищ, нерівномірність опадів і зміни тривалості вегетаційних періодів суттєво впливають на продуктивність аграрних систем. Ці трансформації мають прямі економічні наслідки, що відображаються у зниженні врожайності, погіршенні якості продукції, збільшенні витрат на виробництво та зростанні ризику фінансових втрат для фермерських господарств. Водночас аграрний сектор є водночас і одним із головних джерел викидів парникових газів, що спричиняє зворотний зв'язок між змінами клімату та сільським господарством. У цьому контексті стратегічні економічні механізми адаптації стають ключовим елементом забезпечення продовольчої безпеки, економічної стабільності та сталого розвитку аграрних територій.

Економічна адаптація передбачає не лише короткострокові заходи реагування на конкретні погодні аномалії, але й формування довгострокових стратегій, що враховують мінливість кліматичних параметрів у майбутньому. Це передбачає системний перегляд аграрної політики, реструктуризацію фінансових інструментів, стимулювання інновацій в агротехнологіях та розвиток ринків страхування ризиків. Проблема кліматичної адаптації набуває особливої ваги для країн, де сільськогосподарське виробництво є важливою частиною ВВП та джерелом зайнятості населення. Україна посідає серед провідних місць у світі за експортом зернових і олійних культур, що робить її економіку особливо вразливою до кліматичних коливань. З урахуванням цього адаптація аграрного сектору до кліматичних ризиків набуває національного значення.

Стратегічні економічні механізми адаптації охоплюють як державні політики, так і ринкові інструменти. Важливою складовою є створення економічних стимулів для впровадження інноваційних та стійких технологій. Фіскальні механізми, включаючи податкові пільги для фермерів, що впроваджують клімато-ефективні практики (наприклад покращене збереження ґрунту, точне землеробство, використання адаптованих сортів), повинні поєднуватись із прямими дотаціями, спрямованими на посилення стійкості агропідприємств. Такі заходи можуть допомогти перекинути початкові витрати на модернізацію і стимулювати широке впровадження нових практик.

Фінансові інструменти адаптації також включають розвиток ринку страхування врожаю. Кліматичні ризики мають тенденцію до кластерації коли негативні явища впливають на великі території одночасно, що підвищує ризики для страховиків. Відтак, без належних механізмів розподілу ризику саморегулюючі механізми ринку працюють неефективно. Суть полягає у створенні системи, де страхові продукти поєднують приватне страхування з державним співфінансуванням, що зменшує навантаження на фермерів під час екстремальних подій. У світовій практиці такі моделі вже показали ефективність: у Канаді та Австралії урядові програми страхування ризиків у агросекторі значно підвищили фінансову стійкість виробників.

Іншим важливим аспектом є розвиток ринків деривативів та ф'ючерсних контрактів на основні сільськогосподарські культури. Ці інструменти дозволяють виробникам хеджувати ризики цінних коливань, які часто супроводжують періоди кліматичної нестабільності. Стабільність цін на продукцію підсилює

інвестиційну привабливість галузі та знижує загальний рівень економічних втрат під час несприятливих сезонів. Інтеграція українського аграрного ринку у світові біржові механізми може стати частиною такої стратегії.

У структурі економічних механізмів адаптації особлива увага повинна приділятися розвитку ринкової інформаційної інфраструктури. Доступ до якісних даних щодо кліматичних прогнозів, стану ґрунтів, очікуваної врожайності та цінових тенденцій дозволяє агровиробникам приймати більш обґрунтовані рішення [1, с. 14]. В нинішній практиці частина фермерських господарств, особливо малих і середніх, має обмежений доступ до таких даних, що зменшує здатність швидко реагувати на ризики.

Вирішення цієї проблеми може здійснюватися через державні програми підтримки інформаційних платформ та стимулювання приватних ініціатив у сфері агроданних.

Неможливо оминати питання інвестиційної стратегії у контексті адаптації до кліматичних змін. Капіталовкладення у модернізацію сільгосптехніки, системи зрошення, кліматоадаптовані сорти та генетично модифіковані культури дозволяють не лише підвищити продуктивність, а й знизити чутливість агровиробництва до екстремальних погодних умов. Національні інвестиційні програми, а також міжнародні грантові ініціативи можуть бути використані для зменшення фінансового тягаря на окремі господарства та стимулювання широкого впровадження сучасних технологій.

Інтеграція освіти та професійного навчання аграрних працівників є важливим компонентом економічних механізмів. Актуальні дослідження показують, що рівень економічної грамотності та здатність застосовувати нові технології прямо впливають на успішність адаптаційних стратегій. Враховуючи це, розвиток навчальних програм, що охоплюють як фундаментальні економічні знання, так і сучасні підходи до управління ризиками, створює передумови для більшої гнучкості агропідприємств у мінливих кліматичних умовах.

На сьогодні ключовою новизною стратегічних підходів до адаптації є поєднання традиційних економічних механізмів із цифровими інструментами. Впровадження технологій великого масиву даних, штучного інтелекту та моделювання кліматичних сценаріїв дозволяє створювати більш точні прогнози й адаптаційні моделі. Це дає змогу зменшити невизначеність, пов'язану з майбутніми кліматичними умовами, та покращити планування виробничих циклів.

Висновок. Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що стратегічні економічні механізми адаптації аграрного виробництва до кліматичних ризиків повинні бути різноплановими та інтегрованими у загальну економічну політику держави. Вони мають поєднувати фіскальні стимули, розвиток страхового ринку, фінансові інструменти хеджування, доступ до інформаційних ресурсів, інвестиції у технології та освітні ініціативи. Такий комплексний підхід сприяє підвищенню стійкості аграрного сектора до кліматичних викликів і забезпечує базу для сталого розвитку сільського господарства в майбутньому.

Список використаних джерел:

1. Лобас М.Г. Економічна ідеологія аграрного розвитку України: крок назад, чи вперед – до наукової істини / М.Г. Лобас, Г.А. Орехівський // Агроінком. – 2013. – №1 – 3.2013. – С. 14-19.
2. Подолян, О. І. Аграрна економіка та кліматичні зміни: виклики та можливості. Економіка АПК – 2021. – С. 65-98.

ПРАВОВІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ НАСІННЯ

Подуфалов П.П.

викладач суспільних дисциплін

*ВСП «Могилів-Подільський технологіко-економічний
фаховий коледж ВНАУ»*

Анотація. Дана стаття присвячена особливостям законодавчого регулювання в новітніх технологіях захисту насінневого матеріалу в Україні, а також потребі гармонізації з європейськими та міжнародними нормами і стандартами. У статті проаналізовано особливості законодавчого регулювання та міжнародні принципи та проблеми правового захисту насінневого матеріалу в Україні, Канаді та ЄС. Окрім того, стаття зосереджується на визначенні можливих шляхів поліпшення існуючих норм і уникнення потенційних загроз. Визначено сучасні виклики, пов'язані з патентуванням насінневого матеріалу, включаючи біотехнології та генетично модифіковані організми, а також запропоновано розробити концепцію захисту насінневого матеріалу.

Ключові слова: насінневий матеріал, органічне насінництво, ГМО, державна підтримка, сертифікація, аграрне виробництво, інновації.

Постановка проблеми. У контексті глобалізації і науково-технічного прогресу, проблема правового захисту насінневого матеріалу стає все більш актуальною. Це пов'язано з необхідністю захисту інтелектуальної власності, забезпечення біорізноманіття, виконання екологічних стандартів, а також з гарантуванням продовольчої безпеки держави. Насінництво становить основу сільського господарства як базової складової економіки багатьох країн світу. Використання якісного насінневого матеріалу впливає на врожайність, продуктивність, а також на якість продуктів харчування. З огляду на це, ключовим є питання регулювання сфери насінництва, що має на меті захист сільськогосподарських виробників, споживачів, а також біорізноманіття. Ціль насінництва як виду сільськогосподарської діяльності – це розмноження відповідного насіння (садивного матеріалу), збереження та покращення їх сортових, посівних та врожайних якостей (властивостей), а також проведення контролю за сортами і насінням.

Аналіз досліджень і публікації. Значний внесок у дослідження особливостей законодавчого регулювання в новітніх технологіях захисту насінневого матеріалу в Україні зробили такі вчені, як В. І. Андрейцев, Г. В. Анісімова, Н. О. Багай, Г. І. Балюк, В. Л. Бредіхіна, А. П. Гетьман, В. В. Костицький, Н. В. Кравець, М. В. Краснова, Т. В. Курман, Н. Р. Малишева, А. К. Соколова, А. М. Статівка, М. В. Шульга та інші.

Метою дослідження є з'ясування основних правових засад захисту насінневого матеріалу, виявленні сучасних законодавчих тенденцій і перспектив у цій царині суспільних відносин та прогнозуванні подальших наукових пошуків.

Основні результати дослідження. Насінництво являє собою діяльність суб'єктів насінництва з використання вихідного матеріалу (сортів насіння),

попередньо отриманого від селекції, з організації державного сортовипробування, розмноження, зберігання, поліпшення якості (властивостей) насіння, здійснення за ними сортового і посівного контролю, а також із забезпечення виробництва, реалізації та використання насіння у рослинництві.

Об'єктами правовідносин у сфері охорони насінневого матеріалу є: види рослин; сорт рослини (клон, лінія, гібрид першого покоління, популяція); насіння та садивний матеріал; насінневі посіви та насадження; суб'єктами – фізичні та юридичні особи, які проводять виробництво насіння чи садивного матеріалу для його подальшого продажу, визнаються суб'єктами насінництва.

У світлі гармонізації національного законодавства з європейськими та міжнародними нормами, потрібно проаналізувати деякі ключові аспекти імплементації у сфері насінництва. В умовах інтеграції України з європейським співтовариством законодавче забезпечення розвитку аграрного сектора економіки України повинно базуватися на засадах Спільної аграрної політики ЄС, що має на меті не лише підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, а й раціональне використання та охорону природних ресурсів, комплексний розвиток сільських територій [1 с. 6].

Окреме питання, яке становить науковий інтерес і потребує аналізу, являє собою правовий захист насінневого матеріалу. У контексті глобалізації і прогресу сільськогосподарських біотехнологій, правовий захист насінневого матеріалу стає все важливішим, адже впливає на залучення інвестицій в аграрні дослідження та розробку, а також стимулює інноваційність у цій сфері. Цей захист забезпечується нормами патентного законодавства, а також законодавства про селекцію рослин. Суспільні відносини, пов'язані з використанням і охороною прав на насіння і садивний матеріал регулюються нормами правових інститутів насінництва та охорони прав на сорти рослин.

Правовий інститут насінництва також регулює відносини в сфері забезпечення належної якості насінневого матеріалу, підтримання чистоти сорту, створення умов для розвитку вітчизняної системи насінництва та частково доповнює правовий інститут охорони прав на сорти рослин.

Принцип забезпечення інноваційного розвитку сільського господарства передбачає широке й постійно зростаюче застосування у сільському господарстві досягнень інтелектуальної діяльності. Це стосується запровадження новітніх наукових розробок у всі сфери сільськогосподарського виробництва: селекцію й насінництво; створення нових високопродуктивних і ергономічних засобів виробництва; розробку і запровадження сучасних високоефективних технологій вирощування, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції тощо. У зв'язку з цим інноваційна політика в сфері рослинництва повинна будуватися на вдосконаленні методів селекції створення нових сортів сільськогосподарських культур, що володіють високим продуктивним потенціалом, освоєнні науково обґрунтованих систем землеробства та насінництва [2, с. 92].

Висновки. Вочевидь, законодавче регулювання насінництва має бути збалансованим і враховувати інтереси всіх сторін – від крупних аграрних холдингових компаній до малих фермерських господарств, від держави до

споживачів за принципом «від лану до столу». Правовий аналіз нормативних положень у розглядуваній сфері надає більш чітке розуміння проблем, що виникають у практиці насінництва. Однією з найбільших проблем у даній сфері є виклики, пов'язані з неконтрольованим використанням біотехнологій.

Список використаних джерел:

1. Багай Н. О. Законодавче забезпечення охорони довкілля у сільському господарстві. Екологічне право. 2016. № 3–4. С. 6–10.

2. Донець О. Інновація та її особливості в аграрному секторі економіки України. Економічний аналіз. 2013. Вип. 12. Ч. 1. С. 92–97.

ЗМІСТ

Сучасні технології на автомобільному транспорті Володимир ПАВЛОВСЬКИЙ,Марія АНТОНЕНКО	3
Цифрова діагностика та оптимізація електронних систем керування (есу) сучасних тракторів для підвищення паливної ефективності <i>Олексій КАШУБА</i> ,Микола ШЕВЧУК	8
Композитні матеріали у виробництві сільгосптехніки - майбутнє сільгоспмашинобудуванні. Олександр ГРИНЬ,Тихін БАЛЛА	13
Особливості в критеріях розрахунку кількості впливів технічного обслуговування рухомого складу для сучасних атп Шелест М.С.Роман ОПЕЙДА	15
Ресурсозберігаючі технології mini-till у сучасному рослинництві Олександр ДУШУК,Ігор ВАВРИНЮК	21
Використання механічних передач у сучасних машинах Олександр ДАЦЮК,Ольга САМОЛЬЯНОВА	23
Роль і розвиток сільськогосподарських машин у Сучасному агровиробництві Михайло ЧЕСАК, Сергій ХОМ'ЯК	26
Інноваційні тенденції розвитку машин для рослинництва і тваринництва Парфьонов В.В. <i>Ткачук С.І.</i>	29
Сучасні технології на автомобільному транспорті Вікторія БАРЧУК,Сергій ГАВРИЛЮК	31
Технологія strip-till: революція в землеробстві для сталого майбутнього Назар Положевець,Іван СВИРИДЮК	34
Важливий крок у напрямку сталого та екологічного майбутнього країни Томашевська Т.Є.	38
Аналіз впровадження ресурсозберігаючих технологій сільськогосподарського виробництва в Україні та світі Добранський С.С.	41
Штучний інтелект у сучасному автомобільному транспорті Кіщенко Н.М.	44
Цифровізація транспортної інфраструктури в умовах розвитку smart city Зотік О.В.	48
Сучасні підходи до впровадження енергоефективних технологій у будівництві Ценко К.Т.,Бабій Н.І.	52
Види електромобілів та їх техніко-економічна оцінка Вільковський Є.К Козак А.В.	54
Запас ходу електромобіля Вільковський Є.К. Козак В.М.	58

Унікальні електромобілі Вільковський Є.К Оліфер О.В.	63
Акумуляторні батареї електромобілів Вільковський Є.К. Кічура М.В.	69
Складові елементи та системи електромобіля Вільковський Є.К. Панюра Б.Я.	74
Режими роботи батарей електромобілів Вільковський Є.К.	78
Передумови появи електромобілів Федорина Д.І. Вільковський Є.К.	83
Впровадження роботизованих комплексів у аграрній галузі України Бурліков Ю.В., Шеремет Н.М., Прохоркіна Н.Ю.	86
Сучасні підходи до обслуговування автомобільного транспорту Кіриєнко М.О., Сорока Б.А.	91
Стан та перспективи розвитку галузевого машинобудування Спатарь М.Р., Полупан С.М	94
Комп'ютерна діагностика сучасних автомобілів Ілляк І.С., Царюк Н.В.	96
Перспективи розвитку відновлювальних джерел енергії Копиця Є.С., Резнік С.А.	98
Сучасні системи технічного обслуговування автомобільного транспорту Ремез А.А., Хоружий В.В.	100
Автоматизація процесів керування автотранспортом Калганов Д.М., Сухорський Г.Й	102
Вітрова енергетика: офшорні та плаваючі вітрові електростанції Дзюбенко С.О.	104
Цифрове моделювання як інструмент підвищення ефективності новітніх енергетичних технологій у будівлях (на прикладі платформи aladdin) Комелькова О. С.	107
Адаптація агровиробництва до нових кліматичних реалій: економічний аспект Подуфалова О.С.	109
Правові аспекти впровадження інноваційних технологій захисту насіння Подуфалов П.П.	113