

кіберризиків (ІоТ на фермі), а також у вимогах до прозорості алгоритмів прийняття рішень, якщо системи автономності впливають на безпеку людей і довкілля. Окремий блок ризиків – технологічні та санітарно-екологічні. Звіт ОЕСД [3] щодо безпілотних аеросистем для внесення пестицидів підкреслює, що комбінація конструкції, операційних характеристик і практик застосування може формувати ризики, відмінні від традиційних методів, а доказовості наразі недостатньо для повністю гармонізованих регуляторних настанов – звідси й рекомендація обережності.

Військові розробки, які стали цивільними, формують для агроінженерії три найбільш зрілі “пакети” перспектив: -

- високоточна навігація та автоматизоване виконання операцій (GNSS/RTK як основа автокерування і точного внесення);

- агромоніторинг на основі дистанційного зондування (оптика/NDVI, SAR для вологості та всепогодності, інтеграція супутникових продуктів у інженерні рішення);

- безпілотні та роботизовані платформи (дрон-скаутинг, локальне внесення, агророботи з CV/AI).

Для України унікально значущою перспективою є конверсія військових сенсорів, картографування та автономних платформ у гуманітарне розмінування як агроінженерний “нульовий етап” відновлення: масштаб ризику забруднення та непридатності земель робить технологічне прискорення обстеження/звільнення територій критичним економічним фактором. Найбільші обмеження масштабування лежать поза “залізом”: експортний контроль і дуальні режимні вимоги, доказова база безпечності (особливо для аерозастосування), кібер- та data governance, а також економіка володіння (капітальні витрати й компетенції). Відтак, ключова дослідницька програма для агроінженерії має концентруватися на: стандартизації інтерфейсів (машина–дані), валідації ризиків і ефективності (дрони/обприскування), стійких до помилок архітектурах автономності та на інтегрованих ланцюжках “сенсор → модель → дія”, які доводять цінність у польових умовах і відповідають вимогам дуальної регуляторики.

Список використаних джерел

1. E-agriculture in Action: Drones for Agriculture. FAO. 2018. URL: <http://handle.itu.int/11.1002/pub/8111728e-en/> (дата звернення 16.01.2026).

2. Ukraine rapid damage and needs assessment (RDNA4). World Bank. 2025. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099022025114040022/pdf/P180174-ca39eccd-ea67-4bd8-b537-ff73a675a0a8.pdf> (дата звернення 16.01.2026).

3. Report on the State of the Knowledge – Literature Review on Unmanned Aerial Spray Systems in Agricultur. Series on Pesticides. OECD. № 105. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/04/report-on-the-state-of-the-knowledge-literature-review-on-unmanned-aerial-spray-systems-in-agriculture_e9be37f/9240f8eb-en.pdf (дата звернення 16.01.2026).

УДК 620.179.621.112:631.3

КОНСТРУКЦІЙНІ ЗАХОДИ ЩО ДО ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Бойко О. В. ЗВО 12с(ФМБ) АІ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. м. Запоріжжя, Україна

Підвищення зносостійкості сільськогосподарської техніки – це дуже важливе питання, оскільки деталі і механізми працюють в умовах екстремального абразивного впливу (грунт),

динамічних навантажень та корозії. Конструкційні заходи розділяються на кілька стратегічних напрямків: це в першу чергу конструктивна та геометрична оптимізація. Від зміни форми деталі можна перерозподілити навантаження та зменшити інтенсивність зносу. Раціональна форма робочих органів: цього можна досягти змінивши кут атаки лемешів плугів або дисків борін, що забезпечує «ефект самозагострення» [1,2]. Створення так званої «грунтової подушки»: В цьому випадку конструкція деталі передбачає спеціальні заглиблення (пази), у яких затримується ґрунт. У результаті тертя «метал-ґрунт» замінюється на «ґрунт-ґрунт», що радикально знижує знос металу. Використання ребер жорсткості запобігає пружним деформаціям, які пришвидшують утворення мікротріщин, що спричиняє руйнування робочих органів сільгосптехніки. Застосування прогресивних матеріалів також впливає на підвищення зносостійкості деталей і органів сільгосптехніки. Вибір матеріалу залежить від виду зносу (абразивний, ударний чи втомний). Вибір композитних матеріалів: використання вставок із надміцних сплавів (наприклад, карбиду вольфраму) у зонах найбільшого контакту з ґрунтом. Високоміцні сталі: Заміна стандартних сталей (типу Ст3 або 45) на сталі з підвищеним вмістом марганцю, бору чи хрому (наприклад, сталь марки Hardox або вітчизняні аналоги з борвмісними добавками). Використання полімерів: це заміна металевих втулок та підшипників ковзання на деталі з надвисокомолекулярного поліетилену (НВМПЕ) або поліаміду, що не потребують змащення та стійкі до абразиву. Методи зміцнення поверхонь (Surface Engineering) це найпоширеніша група заходів, що дозволяє зберегти в'язку (некрихку) серцевину деталі при дуже твердій поверхні. Це досягається наплавленням твердими сплавами, нанесенням на ріжучу кромку шару сормаїту або інших зносостійких матеріалів за допомогою електродугового чи лазерного наплавлення. Термічна та хіміко-термічна обробка, цементація та нітроцементація – насичення поверхні вуглецем або азотом. Загартування СВЧ (струмами високої частоти) для створення твердого поверхневого шару. Лазерне зміцнення: локальна термічна обробка, яка створює надтверду структуру металу без деформації всієї деталі. Важливим є також захист вузлів тертя та механізмів та герметизація. Для внутрішніх механізмів (редукторів, трансмісій) головним є захист від потрапляння пилу. Касетні ущільнення (Cassette Seals): використання багатобар'єрних сальників, які повністю ізолюють підшипниковий вузол від зовнішнього середовища. Автоматизовані системи змащення: Постійна подача свіжого мастила під тиском «видавлює» бруд із вузлів тертя. Магнітні вловлювачі: встановлення магнітних пробок у картерах для збору продуктів зносу, що запобігає абразивному пошкодженню зубчастих коліс [3,4].

Список використаних джерел

1. Журавель Д. П. Триботехніка: курс лекцій. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2019. 280 с.
2. Дідур В. А., Журавель Д. П., Палішкін М. А. та ін. Гідравліка: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 624 с.
3. Сухенко Ю. Г., Паламарчук І. П., Журавель Д. П. та ін. Надійність обладнання харчової галузі: навч. посібник. Київ: ЦП «КомпрІнт», 2019. 370 с.
4. Дідур В. А., Журавель Д. П. Технічна механіка рідини і газу: підручник. Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2019. 468 с.

Науковий керівник: Журавель Д. П., д.т.н., проф.

УДК 663.3

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ

Карачов В. В., аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна