УДК 631.3:678:067

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ У ВИРОБНИЦТВІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Е. Воробей, група ПМ-25мб
Л. Молокост, науковий керівник, викладач
Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасний розвиток агропромислового комплексу вимагає впровадження енергоефективних технологій. Традиційні металеві конструкції в сільгоспмашинобудуванні практично досягли своєї межі за показниками міцності та ваги. Саме тому використання вуглепластиків є одним із найбільш перспективних напрямків модернізації галузі.

Вуглепластики є різновидом композиційних матеріалів, що складаються з вуглецевих волокон та полімерної матриці. З точки зору матеріалознавства, такі матеріали відносяться до класу армованих композитів, у яких властивості визначаються як характеристиками складових фаз, так і їхньою взаємодією на мікро- та макрорівнях.

Основною особливістю вуглепластиків є їх анізотропія – залежність механічних властивостей від напрямку армування. Вуглецеві волокна мають надзвичайно високу міцність на розтяг та модуль пружності вздовж своєї осі. Це дозволяє проектувати структуру матеріалу з урахуванням напрямків основних навантажень, орієнтуючи волокна відповідно до робочих напружень.

Сучасний розвиток агромашинобудування спрямований на збільшення продуктивності та габаритів техніки. Проте традиційне використання сталі призводить до надмірної маси машин, що провокує значне переущільнення ґрунтів та руйнування їхньої структури [1]. Застосування вуглепластиків (CFRP) дозволяє подолати "металеву" межу маси завдяки високій питомій міцності матеріалу при щільності всього 1450–2000 кг/м³ [2].

Використання CFRP у великогабаритних рухомих вузлах – наприклад, у довгих штангах обприскувачів – дозволяє мінімізувати амплітуду коливань та знизити енергоємність експлуатації [3]. Проривним прикладом інтеграції карбону у високонавантажені вузли є проєкт AgriLight від інституту IFW Hannover та компанії Krone, де створення вуглепластикового шасі для комбайна дозволило знизити вагу рами на 50% [4].

Переваги матеріалу:

Висока питома міцність порівняно зі сталлю при значно меншій вазі.

Низька щільність, що дозволяє зменшити загальну вагу агрегатів та критично важливо для збереження структури ґрунту.

На відміну від металевих вузлів, які мають обмежений термін служби через агресивний вплив агрохімії, вуглепластики мають високу корозійну стійкість.

Стійкість до втомних навантажень завдяки здатності гасити вібрації, що збільшує ресурс експлуатації вузлів.

Термічна стабільність при застосуванні спеціальних матриць.

Вибір технології виготовлення, такої як намотування, вакуумна інфузія або автоклавне формування, визначає структуру матеріалу та його надійність. Сьогодні виділяють кілька головних сфер застосування вуглепластику: штанги самохідних обприскувачів, карданні вали, елементи трансмісії, а також висіваючі модулі та елементи бункерів.

Крім того, вуглепластики абсолютно інертні до впливу рідких мінеральних добрив (КАС) та пестицидів. Головними бар'єрами для масового впровадження в Україні залишаються висока вартість сировини та відсутність власних замкнутих технологій виробництва високотехнологічних конструкційних пластиків [5]. Перспективним напрямом є

створення гібридних метало-композитних вузлів та перехід до термопластичних вуглеплазиків (CFRTP).

Попри технічні переваги, критичним фактором для агросектору залишається низька ремонтопридатність вуглепластику в польових умовах. У розпал сезону фермеру значно простіше та швидше скористатися зварювальним апаратом для відновлення сталевої деталі. Ремонт композитів вимагає спеціальних клейових складів та тривалого часу на застигання, що практично неможливо зробити безпосередньо в полі. Це створює ризики простою техніки в очікуванні професійного сервісу.

Висновок. Застосування вуглепластиків у виробництві сільгосптехніки – це не просто сучасний технологічний тренд, а обґрунтована технічна необхідність. Перехід на композитні високонавантажені вузли дозволяє створювати машини нового покоління. Основним завданням на найближчі роки є розробка методів швидкого ремонту та сервісного обслуговування таких вузлів.

Список літератури

1. Exploring the Role of Advanced Composites... (2025). MDPI Polymers Journal — Огляд синтетичних композитів та біокомпозитів у сільгоспмашинобудуванні, проблеми ущільнення ґрунтів.
2. Composite Material Utilization in Agriculture Machinery... ResearchGate / Conference Paper — Аналіз вузлів агротехніки (від крил до елементів шасі та тягово-зчіпних пристроїв), де доцільно впроваджувати КМ.
3. Composites use grows in agricultural equipment. CompositesWorld — Дослідження застосування епоксидно-вуглецевих препрегів для довгих штанг обприскувачів.
4. Moore, S. (2023). Sustainability in Agriculture: Carbon Composite Innovation Halves Chassis Weight of Forage Harvester. PlasticsToday — Опис розробки карбонового шасі комбайна Krone інститутом IFW Hannover.
5. Ефективність використання композитних матеріалів... / Дніпровський державний аграрно-економічний університет — Аналіз технічного рівня та бар'єрів впровадження пластиків в Україні.