

УДК 63 621 678.07

А.Бабій, Т.Рибак, докт. техн. наук

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

**АРМОВАНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ
У ФУНКЦІОНАЛЬНИХ І ТРИМКИХ ЕЛЕМЕНТАХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

На основі аналізу літературних джерел і експериментальних досліджень армованих композиційних матеріалів подано їх застосування як прогресивних матеріалів для сільськогосподарського машинобудування.

Сільськогосподарське виробництво потребує затрат на ручну працю, піднесення культури землеробства, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та зниження їх собівартості. А це неможливе без технічної переоснащеності виробництва

сільськогосподарської продукції, забезпечення даної галузі народного господарства новою ефективною технікою, добривами, усіма необхідними препаратами хімічного захисту рослин і, звичайно ж, висококваліфікованими спеціалістами.

Тернопільський державний технічний університет готує фахівців для вироблення й удосконалення існуючих технологічних засобів сільськогосподарського виробництва і повинен вивчати застосування нових прогресивних матеріалів і технологій у цих конструкціях.

Прогресивними на сьогодні є полімерні композиційні матеріали, що підтвердили на практиці свою високу ефективність і надійність. Відомо, що сільськогосподарське машинобудування чи не одне з найбільш металомістких. Велика маса, а також порушення вимог агрономії негативно впливає на надійність і довговічність сільськогосподарських машин. Тому реальним методом зниження маси металомістких конструкцій сільськогосподарських машин є якнайширше застосування даних матеріалів. Їх технічні властивості не поступаються своїм металевим прототипам. Це обумовлено поєднанням в них таких характеристик, як висока питома міцність і жорсткість, низькі коефіцієнти термічного розширення і тертя, висока стійкість зношування, широкий діапазон показників тепло- і електропровідності, витривалість у агресивних середовищах, легкість переробки.

Великий асортимент полімерних матриць, армівних волокон і наповнювачів, можливість поєднання в одному полімері чи суміші полімерів волокон з різними пружними властивостями, а також дисперсних наповнювачів дозволяє створити ПКМ з комплексом властивостей, адекватних характерові і умовам роботи деталей і конструкцій. ПКМ розвиваються у двох напрямках: створення надпластичних, надтеплостійких, наджорстких матеріалів з метою розширення областей використання і створення широкого асортименту марок для більш повного задоволення областей використання.

Композиційні матеріали на основі волокон чи тканин мають ряд переваг порівняно із металевими, наприклад, за питомим тиском, питомою міцністю, хімічною стійкістю, ремонтпридатністю та ін. [1].

Таблиця 1

Орієнтовні порівняльні характеристики

Матеріал	Границя міцності σ , МПа	Модуль пружності E, ГПа	Щільність ρ , 10^3 кг/м^3
Сталь (конструкційна)	160	210	7,8
Сплав Al	50	75	2,7
Сплав Ti	90	120	4,5
Склопластик	80	45	1,5
Боропластик	130	200	2,0
Органопластик	120	70	1,3

Переваги використання полімерів очевидні на прикладі зниження маси комбайна "ДОН-1500". Доцільність використання КМ у конструкції комбайна потребує знання напружено-деформованого стану для типових робочих навантажень з використанням коефіцієнта безпеки, врахуванням перенавантажень і терміну служби виробу на основі досвіду в авіаційній промисловості при проектуванні виробів з КМ.

Основними композиційними матеріалами, які можна використати в конструкціях комбайнів "ДОН-1500", є оргпластики і склопластики. Їх використання для обшивки знижує масу комбайна на 1,5 т, що позитивно впливає на прохідність, надійність і довговічність даної машини і зменшує ймовірність порушення структури ґрунту [1].

Композиційні матеріали на полімерній основі широко використовуються при виготовленні підшипників ковзання, сепараторів і кульок підшипників качення,

поршневих кілець, напрямних втулок, тертьових елементів механізмів, вузлів тертя, що працюють у вакуумі та агресивних середовищах.

Основними вимогами до антифрикційних полімерних матеріалів, є: надійність, довговічність, мінімальна маса, металомісткість і собівартість. Для зв'язування в антифрикційних композиційних матеріалів можна використовувати як термопластичні (поліолефіни, поліаміди, полікарбонат, фторопласти та ін.), так і термореактивні полімери (фенолоформальдегідні, епоксидні смоли та ін.). Деякі термопласти можна додавати у вигляді порошкових наповнювачів [2].

Таблиця 2

Властивості композиційних матеріалів

Тип зв'язувального	Границя міцності, МПа при		Попередня робоча температура Т, К	Потужність тертя [РV], Дж	Коефіцієнт тертя, μ_r
	Стискові	розтягові			
Термопластичні полімери	-	70-80	373-393	0,02-0,10	0,15-0,40
Термореактивні полімери	80-100	-	523-573	0,20-0,50	0,10-0,40

Основними перевагами КМ на основі термопластів є високі антифрикційні властивості, низька вартість, виготовлення виробів високопродуктивними способами, наприклад, литтям під тиском.

Для КМ з термореактивною основою характерна висока міцність і теплостійкість. Фенолформальдегідні смоли придатні для роботи при температурах 373–423 К.

При використанні цих матеріалів у вузлах тертя значно знижуються затрати праці на технічне обслуговування, оскільки зменшується число точок змащування, працювати в режимі періодичного чи сезонного змащування або навіть без нього.

Деталі, виготовлені з поліамідів ПА-6, ПА-6.6, ПА-6.10, наповнені скляними, базальтовими і вуглецевими волокнами, спеціальними добавками і відходами хімічного виробництва для надання їм певних властивостей в залежності від умов експлуатації сільськогосподарської техніки. Досліди підтвердили, що виготовлення із таких матеріалів деталей передач зацеплення дозволило зменшити динамічні навантаження на 40-65%, термін експлуатації зріс при цьому в 1,5-2 рази.

Сільськогосподарське машинобудування є одне з найбільших споживачів металу. І в той же час особливості експлуатації сільськогосподарської техніки призводять до значних втрат металу в результаті корозії при роботі в контакті з агресивними середовищами даного виробництва – мінеральними добривами, отрутохімікатами, рідкими комплексними добривами, аміачними середовищами та ін. При цьому довговічність машин зменшується в середньому на 40-60%, погіршуються і агротехнічні показники – продуктивність і якість роботи.

До таких деталей належать резервуари і трубопроводи робочих рідин машин для хімічного захисту рослин і машин для внесення рідких комплексних добрив. Донедавна резервуари зварювали з листової вуглецевої сталі, коли з спеціальним лакофарбовим покриттям, але таке навіть високоякісне покриття і дуже трудомісткий процес виготовлення не забезпечували довговічності та надійності роботи. Їх замінили нові конструкції із склопластику. Досліди на стійкість склопластиків марок АП-66 і ІСК-15СХ у середовищах отрутохімікатів показали, що фізико-механічні властивості цих матеріалів не змінюються значно при тривалій експлуатації у високоагресивних середовищах.

Виготовлення, наприклад, крайньої штанги оприскувача із базальтопластика

значно знизило інерційні та ударні навантаження внаслідок зменшення маси і підвищення демпфівних властивостей, що продовжило термін служби шпанти приблизно утричі [1].

Перспективою впровадження ПКМ у серійне виробництво, крім їх унікальних властивостей, є ще й порівняно нескладне виготовлення при помірних температурах і тисках такими методами.

Пресування. Цим методом одержуються деталі і вузли різного призначення, форм і розмірів, що мають високу міцність і жорсткість. Деталі пресовані з волокнистих термо- і жаростійких пресматеріалів стійкі до високих температур, теплового удару і окислення. Є два методи пресування: пряме і пресліття. Пряме гаряче пресування використовується для деталей середньої складності, великих габаритів і маси. При пресуванні з литтям матеріал укладають у завантажувальну камеру, попередньо замкнуту в пресформи і під дією високого тиску і температури через литникові канали протікає в пресформу. Цей спосіб доцільно використовувати для виготовлення тонкостінних деталей складної конфігурації.

Контактне, контактнo-вакуумне і автоклавне формування.

Контактнo-вакуумне формування. Цей процес можливий за рахунок різниці тисків між зовнішнім тиском і внутрішнім розрідженням і використовується для виготовлення невеликої серії великогабаритних складної форми виробів з проміжним шаром із сотового наповнювача чи теплоізоляційного матеріалу.

Автоклавне формування використовується у виробництві великогабаритних конструкцій виробів складної форми з більш високими і стабільними у процесі експлуатації фізико-механічними властивостями при досить великій серії.

Намотування. Це один із досконалих процесів виготовлення високоміцних армованих оболонок. При ньому стрічка утворена системою ниток чи тканин, змочених полімерним зв'язком, подається на оправку, що обертається і має конфігурацію поверхні виробу, і укладається на ній у різних напрямках. Після отримання необхідної товщини і структури матеріал твердне, оправка знімається. Метод безперервної намотки дозволяє одержати оболонки обертання складної форми і реалізовувати з високою точністю багато схем армованих виробів із композитів.

Отже, науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи у цьому напрямку дозволяють поряд із значною економією металу забезпечити раціональне використання матеріальних і енергетичних ресурсів при виготовленні деталей для машинобудування.

On the basis analysis of the literature, and also experimental researches of reinforced composite materials their application as progressive materials for an agricultural mechanical engineering is explained.

Література

1. Рыбак Т.И. Научно-технический прогресс в машиностроении. // Гусенков А.П., Лютцау В.Г., Махутов Н.А., Полилов А.И. Композиционные материалы для сельскохозяйственного машиностроения. – М.: 1990. – Вып. 26.- С.27, 132-136.
2. Пилиновский Ю.Л., Грудина Т.В. Композиционные материалы в машиностроении. – К.: Техника, 1985. – С.72-74.