НАУКОВІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ З КЕРОВАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Савчук П.
Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України,
смт. Рокині, Україна
savchuk71@gmail.com

Епоксидні композиційні матеріали (ЕКМ) та покриття на їх основі активно використовуються у світовій та вітчизняній практиці як ефективний матеріал з високими характеристиками, що здатний, при відповідному підході на етапі конструювання, забезпечити необхідну керованість та прогнозованість властивостей, в тому числі і при складних умовах експлуатації. Такі системи за рахунок оптимального захисту технологічного устаткування, деталей машин й механізмів від зношування, корозії, перепадів температур в умовах впливу гідроабразивних середовищ або сухого фрикційного контакту мають значний науковий та практичний інтерес [1-3].

Базуючись на результатах комплексних експериментальних досліджень, сформульовано принципи створення та оцінки мультинаповнених композиційних матеріалів на епоксиполімерній основі: забезпечення цілісності системи, єдності структурних та функціональних складових ЕКМ; забезпечення термодинамічної, механічної та кінетичної сумісності інгредієнтів полімернаповненої композиційної системи; врахування ефекту самоорганізації; формування запасу міцності при створенні матеріалу, що реалізується в умовах тривалої експлуатації; забезпечення оптимального ступеня наповнення ЕКМ-системи варіюванням степенем дисперсності та природи інгредієнтів [4, 5].

Для направленого досягнення комплексу оптимальних характеристик ЕКМ актуальними є розробка наукових і технологічних основ вибору та поєднання структурних складових ЕКМ в усьому діапазоні можливого наповнення системи, дослідження закономірностей структуроутворення, механізмів і кінетики процесів формування границь розділу, визначення основних факторів, що дозволяють керувати цими процесами.

При дослідженні структурованості ЕКМ за ступенем зшивання сітки зв'язуючого було встановлено ряд закономірностей [5, 6]: зі збільшенням кількості наповнювача понад 2-5 мас. ч. вказана характеристика монотонно знижується за рахунок зменшення сегментної рухливості ланок полімерного ланцюга; у діапазоні незначного та середнього наповнення ця характеристика малочутлива до природи наповнювачів; кількість гель-фракцій у системі достатньо чутлива до зовнішнього енергетичного впливу. Також показано наявність взаємозв'язку між інтенсивністю фізичного модифікування і структурованістю матеріалу.

Зміцнюючий вплив на ЕКМ-систему у випадку мультинаповнення пов'язаний із збільшенням активності структурних складових при формуванні, що зростає при прикладанні енергетичних полів [4, 6]. З одного боку, це збільшення впорядкованості елементів (наприклад, зменшення розмірів агломератів високодисперсних складових або орієнтованості волокон), а з другого – підвищення фізико-хімічної взаємодії на

межі фаз, що пов’язано з новоутворенням та підвищенням активності вільних радикалів полімеру в контакті із звільненими від оксидних плівок молекулярними структурами інгредієнтів наповнення [5].

У випадку наповнення ЕКМ полідисперсними частинками із збільшенням ступеня наповнення зростає фізико-хімічна взаємодія в структурній ланці зв’язуюче-мультифазний наповнювач та термодинамічна стабільність системи в цілому із зміщенням на 4-8% межі термодеструкції в напрямку вищих температур [4]. При цьому поєднання частинок різної дисперсності (високодисперсний кабід титану в суміші з порошком ШХ15 або супертонкими базальтовими волокнами, які мають добре розвинену поверхню) дозволяє досягнути оптимальних функціональних характеристик.

Введення в полімерну матрицю модифікаторів та в композиційну систему інгредієнтів, які виконують армувальну функцію, дозволило отримати матеріали із стабільними фізико-механічними характеристики в діапазоні низького, середнього та високого наповнення, а застосування функціональних добавок – досягнути відповідних експлуатаційних характеристик на завершальному етапі їх створення [4-6]. Це пов’язано насамперед зі структурною та фізичною модифікацією полімерної основи та композицій в цілому, в яких наповнювачі здійснюють різний функціональний вплив на систему.

Зокрема показано, що активний тепловий вплив при структуризації епоксикремнійорганічних систем у зоні максимально допустимих для епоксидної компоненти температур породжує ефект “адаптації” до прикладеного навантаження та забезпечує стабільність заданих характеристик при фрикційній взаємодії [3]. Експериментально обгрунтовано умови утворення та стабілізації самоорганізуючих плівок переносу при навантаженні епоксидних композитів тертям ковзання, що сприяє підвищенню зносостійкості та надійності трибосистем [5, 7].

Забезпечення надійності та довговічності функціонування розроблених ЕКМ-систем, стабільності властивостей розроблених матеріалів, зокрема при створенні й вдосконаленні технічних систем в галузі сільськогосподарського машинобудування, є предметом подальших досліджень за даним напрямком.

Література:

1. Савчук П.П. Технології отримання і особливості застосування у промисловості епоксидних композитів з різним ступенем наповнення / П.П. Савчук, А.Г. Косторнов // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету: міжвузівський збірник. Випуск 31. – Луцьк, 2011. С. 323–332.
2. Савчук П.П. Епоксикомпозитні покриття з керованими властивостями для захисту лопаток авіадвигунів: Монографія / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, Д.М. Матрунчик, О.Л. Садова. – Луцьк: Терен, 2022. – 136 с.
3. Савчук П.П. Фрикційні полімеркомпозити з комплексом керованих властивостей: Монографія / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, Л.А. Савчук, О.М. Люшук. – Луцьк: Іванюк В.П., 2022. – 136 с.

4. Савчук П.П. Наукові і технологічні основи створення та керованого функціонування епоксидних композитів з різним ступенем наповнення: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.02.01 / П.П. Савчук – Київ: ІПМ, 2010. – 40 с.
5. Савчук П.П. Наукові підходи до створення епоксидних композитів з комплексом керованих властивостей / П.П. Савчук // Тези XXVI-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу "Актуальні проблеми та перспективи науки і виробництва" (Технічний напрямок). – Луцьк: ННВ ЛНТУ. 2012. С. 127–129.
6. Савчук П.П. Інтенсифікація процесів структурування епоксикомпозитів: монографія / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, І.В. Боярська, Д.М. Матрунчик. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2021. – 160 с.
7. Савчук П.П. Формування самоорганізованих структур в процесі фрикційної взаємодії трибопари епоксикомпозит-сталь: монографія / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, О.Л. Садова. – Луцьк: Вежа-Друк, 2017. – 172 с.