

Секція №6 “Фізико-технічні проблеми матеріалознавства”

Анотований звіт по закінченій науково-дослідній роботі № ДІ 157-09 за 2009-2010 роки

1. Тема НДР: “Закономірності формування зовнішніх поверхневих шарів у епокси- і термопластах з підвищеними експлуатаційними характеристиками ”

2. Номер державної реєстрації теми: 0109U000510.

3. Номер облікової картки заключного звіту: 0211U006280.

4. Назва вищого навчального закладу, наукової установи, державного підприємства: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Міністерство освіти і науки України.

5. Характер НДР:

- прикладна розробка

6. Назва бюджетної програми:

- "Прикладні дослідження і розробки за напрямками науково-технічної діяльності вищих навчальних закладів та наукових установ" (КПКВ 2201040).

7. Терміни виконання: початок – 01.01.2009, закінчення – 31.12.2010.

8. Фактичний обсяг коштів, виділених на виконання НДР за весь період 95238 грн.

9. Керівник НДР: Стухляк Петро Данилович, д.т.н., проф.

10. Короткий зміст викладу запиту: Об'єкт дослідження – епоксидні композитні матеріали і покриття на їх основі з дисперсними наповнювачами різної фізичної природи. Предмет дослідження – процеси і закономірності формування зовнішніх поверхневих шарів на межі поділу фаз, залежно від фізичної природи введеного у олігомер наповнювача, та властивості композитних матеріалів і покриттів. У результаті проведених досліджень вирішено важливу науково-технічну проблему створення композитних матеріалів і покриттів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками за рахунок встановлення закономірностей формування зовнішніх поверхневих шарів при прогнозованому введенні у зв'язуюче дисперсних часток наповнювача різної фізичної природи при оптимальному вмісті і розмірах. На основі розробленого методу оптичного аналізу ділянок полімера з використанням диференціальних операторів І-го порядку досліджено геометричні розміри і структурні характеристики зовнішніх поверхневих шарів, що дозволило отримати епоксикомпозити з наперед заданими властивостями внаслідок керування процесами міжфазової взаємодії при структуроутворенні матеріалів. Метою проекту є дослідити структурні характеристики і геометричні розміри зовнішніх поверхневих шарів, встановити закономірності їх формування залежно від вмісту, дисперсності і фізичної природи введеного у зв'язуюче наповнювача та видати рекомендації щодо створення композитних матеріалів і покриттів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

Для досягнення мети необхідно було вирішено такі науково-практичні завдання:

- розроблено методи дослідження впливу структурних характеристик і геометричних параметрів часток і зовнішніх поверхневих шарів у матриці навколо наповнювача;
- досліджено структурні характеристики (ступінь зшивання) і геометричні параметри (протяжність, площа поперечного перерізу) зовнішніх поверхневих шарів на межі поділу фаз внаслідок введення наповнювачів різної фізичної природи та дисперсності;
- досліджено кінетику утворення зовнішніх поверхневих шарів в при зшиванні епоксипластів;
- встановлено взаємозв'язок структури і геометричних характеристик зовнішніх поверхневих шарів з фізико-механічними і теплофізичними властивостями композитів, що містять наповнювачі різної фізичної природи;
- розроблено композитні матеріали з підвищеними експлуатаційними характеристиками і захисні покриття на їх основі різного функційного призначення.

11. Опис процесу наукового дослідження: Робота спрямована на створення матеріалів і покриттів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками за рахунок введення у олігомерну матрицю оптимального вмісту дисперсного наповнювача різної фізичної природи та розмірів. Отримані у проекті результати допоможуть вирішити важливе науково-прикладне завдання у галузі матеріалознавства – захист технологічного устаткування від корозії та спрацювання за рахунок використання епоксикомпозитних захисних покриттів з оптимальним вмістом дисперсних наповнювачів.

Провідними вченими світу, у тому числі і України, показано, що одним із головних завдань при формуванні епоксидних композитних матеріалів є забезпечення оптимальних умов фізико-хімічної взаємодії на межі поділу фаз “олігомер-наповнювач”. Важливим етапом вирішення даної проблеми є розробка методик отримання інформації про міжфазову взаємодію макромолекул зв’язуючого з активними центрами на поверхні мінерального наповнювача, а також визначення впливу такої взаємодії на властивості епоксикомпозитних матеріалів при експлуатації. При цьому дослідження геометричних характеристик зовнішніх поверхневих шарів, таких як густина і протяжність, а також динаміки їх формування при структуроутворенні матеріалів на межі поділу фаз “наповнювач-зв’язуюче” є особливо актуальною проблемою на сьогодні, позаяк у більшості випадків властивості таких шарів визначають властивості матеріалу в цілому. Ступінь зшивання у зовнішніх поверхневих шарах також суттєво впливає на адгезійну та когезійну міцність епоксидних композитних матеріалів і визначає їх фізико-механічні та теплофізичні властивості. Тому дослідження динаміки процесів формування таких матеріалів, зміни структурних характеристик і геометричних розмірів зовнішніх поверхневих шарів при структуроутворенні епоксикомпозитів, а також прогнозоване регулювання ними є актуальною задачею. Це дозволить направлено регулювати експлуатаційні характеристики композитних матеріалів науково-обґрунтованим введенням багатокомпонентних полідисперсних наповнювачів різної фізичної природи.

Ідеєю проекту є розроблення композитних матеріалів і покриттів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками. Цього можна досягнути за рахунок встановлення закономірностей формування зовнішніх поверхневих шарів при прогнозованому введенні у зв’язуюче часток наповнювача різної фізичної природи при оптимальному вмісті і розмірах. За розробленим методом досліджено топологію поверхні дисперсних часток, ефективний периметр, ефективну площу поверхні і коефіцієнт седиментації (враховує геометричні розміри часток, їх дисперсність і вміст) наповнювачів різної природи у епоксипластах. Розроблений метод дозволяє шляхом оптичної обробки ділянок полімеру визначити геометричні параметри ЗППШ, що дає змогу оцінити вплив наповнювачів різної природи та дисперсності на процес зшивання у епоксикомпозитах. Це, у свою чергу, дозволило дослідити геометричні розміри (площа поперечного перерізу, протяжність) і структурні характеристики (ступінь зшивання, густина) зовнішніх поверхневих шарів на межі поділу фаз у епоксипластах з використанням диференційних операторів I-го порядку. Залежно від природи дисперсних часток на межі поділу фаз формуються зовнішні поверхневі шари з різним ступенем зшивання і протяжністю, які визначають властивості матеріалів і покриттів на їх основі. Керуючи динамікою формування таких шарів при зшиванні композитів можна ціленаправлено регулювати експлуатаційні характеристики матеріалів. Додатково авторами проекту було досліджено динаміку формування зовнішніх поверхневих шарів у епоксикомпозитах. Однією з гіпотез проекту є встановлення синергічного ефекту підвищення експлуатаційних характеристик епоксикомпозитів при використанні комплексу наповнювачів різної природи і, як наслідок, підвищення ступеня зшивання матриці у зовнішніх поверхневих шарах внаслідок введення у зв’язуюче двокомпонентних полідисперсних наповнювачів.

12. Отримані наукові і (або) науково-технічні результати, їх наукова новизна та значимість (формулювати відповідно до вимог ВАК)

Для досягнення мети у роботі розроблено метод оптичного аналізу ділянок полімера з використанням диференційних операторів I-го порядку та досліджено геометричні розміри і структурні характеристики зовнішніх поверхневих шарів, що дозволить отримувати епоксикомпозити з наперед заданими властивостями внаслідок керування процесами міжфазової взаємодії при структуроутворенні матеріалів.

Відповідно до мети у проєкті вирішено завдання:

- розробити методи дослідження впливу структурних характеристик і геометричних параметрів часток і зовнішніх поверхневих шарів у матриці навколо наповнювача;
- дослідити структурні характеристики (ступінь зшивання) і геометричні параметри (протяжність, площа поперечного перерізу) зовнішніх поверхневих шарів на межі поділу фаз внаслідок введення наповнювачів різної фізичної природи та дисперсності;
- дослідити кінетику утворення зовнішніх поверхневих шарів в процесі зшивання епоксипластів.

13. Отримана науково-методична і (або) науково-технічна продукція

Провідними вченими світу, у тому числі і України, показано, що одним із головних завдань при формуванні епоксидних композитних матеріалів є забезпечення оптимальних умов фізико-хімічної взаємодії на межі поділу фаз “олігомер-наповнювач”. Важливим етапом вирішення даної проблеми є розробка методик отримання інформації про міжфазову взаємодію макромолекул зв’язуючого з активними центрами на поверхні мінерального наповнювача, а також визначення впливу такої взаємодії на властивості епоксикомпозитних матеріалів при експлуатації. При цьому дослідження геометричних характеристик зовнішніх поверхневих шарів, таких як густина і протяжність, а також динаміки їх формування при структуроутворенні матеріалів на межі поділу фаз “наповнювач-зв’язуюче” є особливо актуальною проблемою на сьогодні, позаяк у більшості випадків властивості таких шарів визначають властивості матеріалу в цілому. Тому дослідження динаміки процесів формування таких матеріалів, зміни структурних характеристик і геометричних розмірів зовнішніх поверхневих шарів при структуроутворенні епоксикомпозитів, а також прогнозоване регулювання ними є актуальною задачею.

На основі проведених досліджень отримано наступні результати: розроблено нові композитні матеріали з підвищеними адгезійними, фізико-механічними властивостями, корозійною та зносостійкістю, порівняно із зарубіжними та вітчизняними матеріалами аналогічного призначення; розроблено технологію нанесення полімеркомпозитних матеріалів на довговимірні деталі зі складним профілем поверхні.

14. Відмінні риси і перевага отриманих результатів (продукції) над вітчизняними або зарубіжними аналогами чи прототипами

Принципова методика нанесення та формування полімеркомпозитних матеріалів відповідає сучасному рівню подібних технологій, які розробляються науково-дослідними інститутами Білорусі, Прибалтики, Росії, Німеччини, США і Японії.

У результаті проведених досліджень вирішено важливе науково-технічне завдання – створено епоксикомпозити і покриття на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками внаслідок керування кінетикою формування зовнішніх поверхневих шарів на межі поділу фаз, залежно від фізичної природи і вмісту наповнювача. За допомогою розробленого методу оптичного аналізу геометричних розмірів та характеристик структури зовнішніх поверхневих шарів у композитних матеріалах досліджено структуру зовнішніх поверхневих шарів і визначено їх геометричні розміри та характеристики, що дозволило керувати процесом структуроутворення матеріалу навколо наповнювачів при формуванні композитів, а, відповідно, і їх властивостями. Встановлено особливості впливу активності наповнювачів, форми їх часток, дисперсності і розподілу в об’ємі на зміну структури при формуванні композитів. Вперше розробленим методом оптичного аналізу геометричних розмірів та характеристик структури зовнішніх поверхневих шарів у композитних матеріалах досліджено об’єм зовнішніх поверхневих шарів навколо наповнювачів на межі поділу фаз. Встановлено, що через 5 хв. після введення твердника у зв’язувач, залежно від природи

наповнювача, формуються 20...40% зовнішніх поверхневих шарів. Доведено, що найбільші розміри поверхневих шарів у композитах, які містять частки фериту. Встановлено, що зовнішні поверхневі шари найменшого розміру утворюються після 300 хв. тверднення у матеріалах, наповнених діаманетиком карбідом кремнію. Досліджено ступінь зшивання у зовнішніх поверхневих шарах за відношенням інтенсивності їхнього кольору до кольору зв'язувача в об'ємі. Встановлено, що найнижчі відносні середні показники інтенсивності кольору шару, а отже – найвищий ступінь зшивання матриці мають композити, наповнені частками фериту. З використанням диференційних операторів I-го порядку за зміною дивергенції яскравості досліджено кінетику формування у композиті зовнішніх поверхневих шарів, визначено їх протяжність і ступінь зшивання. Встановлено, що у композитах зміна дивергенції яскравості, а особливо її знаку, свідчить про суттєву кінетичну активність наповнювача. Доведено, що на формування зовнішніх поверхневих шарів у часі суттєво впливає природа наповнювача, і цей процес характеризується полями як додатних, так і від'ємних значень дивергенції яскравості. Це зумовлює формування “жорстких” і “м'яких” зовнішніх поверхневих шарів, відповідно.

15. Практична цінність результатів та продукції

Розроблені захисні покриття характеризуються високими показниками адгезійної і когезійної міцності, значними теплофізичними властивостями, а також достатньою корозійною і зносостійкістю. Введення у епоксидне зв'язуюче двокомпонентного полідисперсного наповнювача забезпечує високі тиксотропні властивості гетерогенних систем і міжфазову взаємодію, що поліпшує когезійну міцність захисних покриттів. Висока твердість і міцність узгоджуються з достатньо великими показниками ударної в'язкості. Важливим фактором, що відзначає техніко-економічні переваги нових покриттів є можливість нанесення композитів в технологічних приміщеннях при різних температурних режимах без використання спеціального обладнання.

Основними галузями використання покриттів є харчова, хімічна, нафтопереробна, радіолокаційна промисловість і машинобудування. Об'єкти для промислового впровадження захисних покриттів буде підібрано після докладного аналізу агресивності технологічних і допоміжних середовищ, температурних режимів експлуатації устаткування, термінів його роботи і масштабів виробництва.

Впровадження результатів розробки можливе в таких провідних організаціях як Інститут проблем міцності НАН України, Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Інститут машинобудування, Інститут проблем матеріалознавства ім. Францевича НАН України, які займаються питаннями випробування елементів конструкцій, аспектами підвищення антикорозійних характеристик і зносостійкості технологічного устаткування. Крім того, впровадити результати роботи можливо на підприємствах хімічної, харчової, нафтопереробної, радіолокаційної промисловості та машинобудування з метою збільшення ресурсу роботи обладнання.

Виконання науково-дослідної роботи відбувалося на базі лабораторій композитних матеріалів Тернопільського Національного технічного університету імені Івана Пулюя, які оснащені сучасним випробувальним обладнанням і технікою. Також, підставою для виконання науково-дослідних робіт слугує наявність власних наукових розробок і значних обсягів експериментальних напрацювань у вказаному напрямку.

Впровадження у виробництво захисних покриттів у газотранспортній та легкій промисловості для поверхні технологічного обладнання забезпечить підвищення у 2...3 рази надійності і довговічності вузлів та механізмів робочих машин, збільшення у 4,5...5,0 разів міжремонтного ресурсу роботи верстатів для виготовлення шкіряних виробів. Використання розробленого покриття для натяжних пристроїв формування швів на підприємствах легкої промисловості забезпечує зменшення часу і об'єму ремонтних робіт у 8...10 разів.

16. Використання результатів (продукції) у навчальному процесі

17. Бібліографічний перелік монографій, підручників, посібників, наукових статей, інших публікацій, дисертацій, які опубліковано за матеріалами досліджень за період виконання НДР

1. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем: Посібник.- Тернопіль: СМП "Тайп", 2009.-260с.

2. Патент № 39201. Україна, МПК (2009) C08K 3/00, C09D 163/00, C23C 14/00. Спосіб одержання багат шарового епоксикомпозитного композиційного покриття / П.П.Савчук, А.Г.Косторнов, В.П.Кашицький, А.В.Букетов, І.Г.Тунік (Україна). – Заявл. 23.08.2008; Опубл. 10.02.2009, Бюл. №3. – 6с.

3. Добротвор І.Г., Мороз К.М., Букетов А.В., Стухляк П.Д. Епоксикомпозитні матеріали для покриттів: ІЧ-спектральний та оптичний аналіз структури, дослідження вмісту гель-фракції у композитах // Вісник ТДТУ.-2009.-№1.-С.33-45.

4. Добротвор І.Г., Стухляк П.Д., Букетов А.В. Модель для визначення оптимального вмісту дисперсного наповнювача в епоксикомпозитах // Вісник ЖДТУ. Серія: Технічні науки.-2009.-№1, випуск 48.-С.48-57.

5. Добротвор І.Г., Стухляк П.Д., Букетов А.В., Вербицький О.І. Дослідження кореляції механічних характеристик та протяжностей зовнішніх поверхневих шарів епоксикомпозитів, що містять волокнистий і дисперсний наповнювачі // Наукові нотатки.- Луцьк: ЛДТУ.-2009.-Випуск 25, Ч.1.-С.130-133.

6. Стухляк П.Д., Букетов А.В., Долгов М.А., Голотенко С.М. Модифіковані енергетичними полями епоксикомпозитні матеріали для захисних покриттів різного функціонального призначення // Матеріали всеукраїнської наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя.- Тернопіль:ТДТУ, 13-14 травня.- 2009.- С.179.

7. Долгов Н.А., Добротвор И.Г., Букетов А.В. Исследование процессов структурообразования эпоксидных покрытий с помощью компьютерной графики // Инженерия поверхности и реновация изделий: Материалы 9-й Международной научно-технической конференции, 25-29 мая 2009г., Ялта-Киев: АТМ Украины, 2009.-С.58-60.

8. Золотий Р.З., Стухляк П.Д., Букетов А.В. Дослідження впливу геометричних параметрів та структурних характеристик зовнішніх поверхневих шарів на фізико-механічні властивості епоксикомпозитів // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції "Композиційні матеріали", Київ: КПІ, 2009.-С.114-115.

9. Стухляк П.Д., Букетов А.В. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані ультрафіолетовим опроміненням.-Тернопіль: Збруч.-2009.- 237с.

10. Патент № 40405. Україна, МПК (2008.04) C08K 3/18. Антикорозійне зносостійке покриття / Є.М.Кальба, П.П.Савчук, А.В.Букетов, Р.Т.Гарматюк, В.Л.Кондратюк, В.В.Андрієвський (Україна). – Заявл. 13.10.2008; Опубл. 10.04.2009, Бюл. №7. – 6с.

11. Букетов А.В., Стухляк П.Д., Добротвор І.Г., Митник М.М., Долгов М.А. Вплив природи наповнювачів і ультрафіолетового опромінення на механічні властивості епоксикомпозитних покриттів // Проблемы прочности.-2009.-№4 (400).-С.117-123.

12. Стухляк П.Д., Добротвор І.Г., Букетов А.В., Сорівка І.Т. Дослідження впливу зовнішніх поверхневих шарів на механічні властивості епоксикомпозитів // Праці Міжнародної науково-технічної конференції "Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування".-Тернопіль: ТДТУ.-2009.-С.126-133.

13. Добротвор І.Г., Стухляк П.Д., Букетов А.В. Дослідження формування зовнішніх поверхневих шарів у епоксикомпозитах // Фізико-хімічна механіка матеріалів.-2009.-№4.-С.99-104.
14. А.М. Курко, П.Д. Стухляк Застосування рухомої реактивної ланки для автотрансформації потужності в зубчастому диференціальному механізмі //Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.-2009.№2.-С.64-68.
15. Dobrotvor I.H., Stukhlyak P.D., Buketov A.V. Investigation of the formation of external surface layers in epoxy composites // Materials Science. Chemistry and Materials Science.-New York.-Vol. 45, Number 4.- 2009.- P.582-588.
16. Buketov A.V., Stukhlyak P.D., Dobrotvor I.H., Mytnyk M.M., Dolgov N.A. Effect of the nature of fillers and ultraviolet irradiation on the mechanical properties of epoxy composite coating // Strength Materials.-Vol. 41, Number 4.- 2009.- P. 431-435.
17. Dobrotvor I.H., Stukhlyak P.D., Buketov A.V. Determination of the ranges of the optimal content of a dispersed filler in epoxy composites // Materials Science. Chemistry and Materials Science.-New York.-Vol. 45, Number 6.- 2009.- P.790-797.
18. Dobrotvor I.G., Dolgov N.A., Stukhlyak P.D., Buketov A.V. Influence of Ultraviolet Radiation on the Properties of Epoxy Composites // Metallurgy, vol. 49, br. 3.-2010.-P.237.
19. Стухляк П.Д., Букетов А.В., Редько О.І. Дослідження адгезійних властивостей і залишкових напружень у пластифікованій дибутилфталатом епоксидній матриці // Вісник ХНТУСГ.-Харків: ХНТУСГ.-Вип.96.-2010.-С.416-426.
20. Добротвор І.Г., Стухляк П.Д., Букетов А.В., Сорівка І.Т. Дослідження геометричних характеристик мікроструктур епоксикомпозитів // Вісник ХНТУСГ.-Харків: ХНТУСГ.-Вип.96.-2010.-С.317-324.
21. Букетов А.В. Дослідження адгезійних і реологічних властивостей епоксидного зв'язувача / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.С.Голотенко // Наукові нотатки.-Луцьк: ЛНТУ.-2010.-Випуск 27.-С.15-19.
22. Букетов А.В. Особливості впливу фізичної природи наповнювачів на фізико-механічні властивості пластифікованих епоксикомпозитів / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.І.Редько // Обробка матеріалів тиском.-Краматорськ: ДДМА.-2010.-№2 (23).-С.142-148.
23. Букетов А.В. Дослідження впливу наповнювачів на адгезійну міцність і залишкові напруження у пластифікованих епоксикомпозитах / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.І.Редько // Наукові нотатки.-Луцьк: ЛНТУ.-2010.-Випуск 28.-С.76-84.
24. Добротвор І. Дослідження корозійної тривкості за показниками повзучості у агресивних середовищах опромінених ультрафіолетом епоксикомпозитів / І.Добротвор, П.Стухляк, А.Букетов, В.Левицький // Фізико-хімічна механіка матеріалів.-2010.-Спец. вип. №8.-С.755-760.
25. Стухляк П.Д. Розрахунок міцності конструкційних елементів з покриттями / П.Д.Стухляк, А.В.Букетов, В.І.Бадищук // Вісник ТДТУ.-2010.-№2.-С.57-61.
26. Стухляк П.Д. Залежність гідроабразивної зносостійкості епоксикомпозитів від природи і вмісту двокомпонентного наповнювача / П.Д.Стухляк, А.В.Букетов, О.І.Редько // Проблеми тертя та зношування.-Київ: НАУ.-2010.-Випуск 53.-С.159-174.
27. Стухляк П.Д., Букетов А.В., Редько О.І. Дослідження релаксаційних процесів у епоксикомпозитах, наповнених мінеральними відходами промислового виробництва // Вопросы химии и химической технологии.- 2010.-№4.-С.98-102.

28. Стухляк П.Д., Букетов А.В., Редько О.І. Вплив двокомпонентного наповнювача на корозійну тривкість епоксикомпозитних покриттів // Вісник КНУТД.-2010.-№4.-С.74-80.
29. Долгов М.А., Чихіра І.В., Стухляк П.Д., Букетов А.В. Використання критерію адгезійно-когезійної рівномірності під час згинання для створення покриттів із оптимальним поєднанням характеристик міцності // Нафтова і газова промисловість.-2010.-№6.-С.41-46.
30. Букетов А.В., Стухляк П.Д., Добротвор І.Г. Исследование прочности конструкционных элементов с покрытиями // Материалы международной конференции “XIX Петербургские чтения по проблемам прочности”.-Сб. материалов.-Ч.2.-Санкт-Петербург.-2010, 13-15 апреля.-С.342.
31. Чихіра І., Стухляк П., Букетов А. Формування адгезійного шару захисних покриттів, що містять комплексний наповнювач // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції “Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій”.-Тернопіль: ТНТУ, 2010.-С.110.
32. Редько О., Стухляк П., Букетов А., Долгов М. Вплив двокомпонентного наповнювача на механічні властивості епоксикомпозитів // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції “Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій”.-Тернопіль: ТНТУ, 2010.-С.88-89.
33. Стухляк П.Д., Букетов А.В., Мороз К.М. Дослідження впливу режимів формування на абразивостійкість епоксикомпозитів // Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції “Сучасні проблеми трибології”.-Київ: ІВЦ АЛКОН НАН України, 2010.-С.184.
34. Букетов А.В., Стухляк П.Д., Редько О.І. Дослідження адгезійно-когезійних властивостей системи “захисне покриття – металева основа” // Матеріали другої Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINT-2010)”.-Херсон: ХДМІ, Т.2, 2010.-С.185-192.
35. Букетов А.В., Стухляк П.Д., Добротвор І.Г., Марущак П.О., Редько О.І. Моделирование параметров внешних поверхностных слоев при полимеризации эпоксикомпозитов // Материалы Международной научной конференции: Теоретические и прикладные проблемы математики, механики и информатики (24-26 июня).-Караганда: КГУ, 2010.-С.193-195.
36. Букетов А.В., Стухляк П.Д., Долгов М.А., Редько О.І. До питання впливу дисперсних наповнювачів на фізико-механічні властивості пластифікованих епоксикомпозитів // Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції “Міцність матеріалів та елементів конструкцій”.-Київ: Інститут проблем міцності ім.Г.С.Писаренка НАН України, 2010.-С.58-59.
37. Стухляк П.Д., Добротвор І.Г., Букетов А.В., Масляк Б.О. Поширення фазових хвиль в епоксикомпозиті з волокнистим наповнювачем // Материалы международной научно-технической конференции “Автоматизация: проблемы, идеи, решения”.-Севастополь:СНТУ.-2010, Т.1.-С.217-219.
38. Долгов Н.А., Шоркин В.С., Букетов А.В. Использование двухслойных полимеркомпозиционных покрытий в машиностроении // Тезисы 2-ой международной научно-практической конференции “Качество технологий – качество жизни” (15-19 сентября).-Судак.-2010.-С.63-64.
39. Стухляк П.Д., Добротвор І.Г., Букетов А.В. Дослідження міжфазової взаємодії при структуроутворенні епоксикомпозитних матеріалів // Тези XII Української конференції з високомолекулярних сполук “ВМС-2010” (18-21 жовтня).-К:ІХВС.-2010.-С.30.

40. Дисертаційна робота В.В. Левицького "Закономірності впливу ультрафіолетового опромінення і модифікування наповнювачів на властивості епоксикомпозитних матеріалів".

41. Патент № 48397. Україна, МПК (2009) G01N 19/00, G01N 3/08. Спосіб визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею в композиційному матеріалі / Б.А.Ляшенко, М.А.Долгов, Є.К.Солових, А.В.Букетов, В.Г.Піскунов, П.Д.Стухляк, Н.В.Ліпінська (Україна). – Заявл. 08.11.2009; Опубл. 10.03.2010, Бюл. №5. – 6с.

42. Патент № 53944. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отвердіння епоксидної композиції / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, В.І.Бадищук (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

43. Патент № 53945. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отвердіння епоксидної композиції / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.І.Редько (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

44. Патент № 53946. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отримання модифікованого епоксикомпозитного покриття / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, І.М.Грубий, В.М.Яцюк, А.Г.Микитишин (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

45. Патент № 53947. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отвердіння епоксидної композиції / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, В.М.Яцюк, І.М.Грубий (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

46. Патент № 53948. Україна, МПК (2009) C08L 63/00. Епоксидне в'язуче / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.І.Редько (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 4с.

47. Патент № 53949. Україна, МПК (2009) C08L 63/00. Епоксидне в'язуче / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.М.Голотенко (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 4с.

48. Патент № 53950. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отримання модифікованого епоксикомпозитного покриття / А.В.Букетов, П.О.Марущак (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

49. Патент № 53951. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отримання модифікованого епоксикомпозитного покриття / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, В.І.Бадищук, І.Т.Ярема (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

50. Патент № 53952. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отвердіння епоксидної композиції / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, В.І.Бадищук (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

51. Патент № 53953. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отвердіння епоксидної композиції / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, П.А.Марущак (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

52. Патент № 53954. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отвердіння епоксидної композиції / А.В.Букетов, Н.М.Букетова (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

53. Патент № 53955. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Спосіб отвердіння епоксидної композиції / А.В.Букетов, Н.М.Букетова (Україна). – Заявл. 12.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

54. Патент № 54091. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Композиція для покриттів з поліпшеними фізико-механічними властивостями / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.І.Редько,

Ю.І.Пиндус, В.Б.Гладь, М.А.Долгов (Україна). – Заявл. 30.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

55. Патент № 54093. Україна, МПК (2009) C09D 163/00. Композиція для покриттів з поліпшеними адгезійними властивостями / А.В.Букетов, П.Д.Стухляк, О.І.Редько, Ю.І.Пиндус, В.Б.Гладь, М.А.Долгов (Україна). – Заявл. 30.04.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

56. Патент № 53903. Україна, МПК (2009) C09D 4/00. Епоксидний композит з модифікованим наповнювачем / І.Г.Добротвор, П.Д.Стухляк, А.В.Букетов (Україна). – Заявл. 31.03.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 6с.

57. Патент № 53904. Україна, МПК (2009) C09D 4/00. Епоксидний композит з модифікованим комбінованим наповнювачем / І.Г.Добротвор, П.Д.Стухляк, А.В.Букетов (Україна). – Заявл. 31.03.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 4с.

18. Кількість штатних співробітників ____5____, кількість сумісників ____12____, молодих учених з оплатою ____3____, кількість студентів з оплатою _____, які брали участь у виконанні НДР

19. Обґрунтування доцільності подальшого проведення наукових досліджень і розробок із даної тематики, орієнтовна тематика досліджень

Для підвищення експлуатаційних характеристик епоксикомпозитних покриттів необхідно провести дослідження інтенсивності зшивання матриці у зовнішніх поверхневих шарах на різних часових етапах твердіння, дослідити структурні параметри і фізико-механічні властивості композитних матеріалів з двокомпонентним полідисперсним наповнювачем, здійснити промислово-дослідну перевірку розроблених матеріалів та покриттів на їх основі.

20. Рішення вченої (наукової, науково-технічної) ради від 23.02.2011 року протокол № 3.

Держбюджетна тема ДІ-157-09 виконана у повному об'ємі згідно календарного плану на високому науково-технічному рівні.

Керівник роботи

Проректор із наукової роботи

Підпис

Стухляк П.Д.

підпис

Рогатинський Р.М.

МП