**Звіт про науково-дослідну роботу:„Зносостійкі епоксиполімерні композити із наповнювачами з вуглецевих волокон і дисперсних відходів механічної обробки вуглецьпластиків ”**

**Мета роботи** - розробка науково-технологічних основ створення «вторинних» полімерних композитів з використанням дисперсних відходів механічної обробки конструкційних вуглепластиків.

Терміни виконання наукової роботи: початок І кв. 2017р.

 закінчення IV кв. 2019 р.

 **Керівник роботи**: Мазна Олександра Вікторівна, к.т.н. , (Email: mazna@i.ua)

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

 Робота, що виконувалася у відділі 33, була спрямована на розробку науково-технологічних основ створення «вторинних» полімерних композитів з використанням дисперсних відходів механічної обробки конструкційних вуглепластиків. Зважаючи на відсутність в Україні виробництва і обмежень щодо імпорту вуглецевих волокон та вартості  композиційних матеріалів на основі високоміцних вуглецевих волокон разом з екологічним аспектом робота є актуальною і має практичне значення.

Заключний звіт включає вступ, 4 тематичних розділи і загальні висновки.

Значна частина роботи присвячена класифікації дисперсних відходів механічної обробки конструкційних вуглецьпластиків та можливості їх використання як сировини для виробництва вторинних полімерних композиційних матеріалів. Авторами досліджено фракційний склад та структуру відходів механічної обробки полімерних композиційних матеріалів на основі вуглецевих волокон з ПАН прекурсорів. Особливістю дрібних фракцій відходів є структура, що складається переважно з фрагментів філаментів різної довжини та вуглецевих волокон з залишками епоксидної  матриці. За результатами ДТА встановлено, що термодеструкція епоксидних матриць і вуглецевих волокон, незалежно від складу вуглецьпластиків, відбувається за температур значно вищих за температури полімеризації епоксидної матриці вторинного композиту. Це дозволяє використання відходів вуглепластиків як дисперсного наповнювача полімерних композиційних матеріалів з епоксидною матрицею.

В роботі ці дисперсні продукти використано для створення полімерних композитів антифрикційного призначення. Досягнення поставленої авторами в роботі мети підтверджують позитивні результати триботехнічних випробувань вторинних вуглецевих полімерних композиційних матеріалів з епоксидною матрицею. Встановлено, що в водному середовищі  навантаження підвищується майже в 2 рази, знижується коефіцієнт тертя до 0,12, а однією з головних областей практичного застосування розроблених матеріалів з використанням відходів вуглецьпластиків можуть бути підшипники насосів для водоперекачування.

Зважаючи на практичну значимість одержаних у роботі результатів, а також рівень кваліфікації виконавців, вважаю, що робота заслуговує на позитивну оцінку та може бути рекомендована до прийняття як завершена в повному обсязі.

Відомча тема, в якій проведені дослідження полімерних композиційних матеріалів дисперсно наповнених відходами механічної обробки вуглепластиків Вона присвячена проблемі вторинної переробки конструкційних полімерних композиційних матеріалів на основі вуглецевих волокон і можливості корисного використання відходів для створення композиційних матеріалів функціонального призначення.

Зі збільшенням обсягів виробництва вуглецевих волокон і використання полімерних композиційних матеріалів на їх основі актуальною стає проблема утилізації відходів, особливо, вуглепластиків з термореактивними (епоксидними, феноло-формальдегідими та ін.) матрицями. При цьому зростають обсяги механічної обробки деталей з вуглепластиків з накопиченням дисперсних відходів, які потребують збору, зберігання, складування та інших екологічних заходів.. Однак при механічному способі переробки використання вторинних вуглепластиків має певні обмеження, пов&apos;язані зі складністю регулювання фракційного складу подрібнених відходів, наявністю полімерної матриці на подрібнених вуглецевих волокнах, можливістю зниження механічних властивостей вторинних матеріалів.

В роботі надані результати досліджень можливості використання відходів механічної обробки вуглепластиків для розробки дисперсно наповнених полімерних композиційних матеріалів з епоксидною матрицею антифрикційного призначення. Зокрема, авторами було досліджено фракційний склад та структуру відходів конструкційних полімерних композитів на основі вуглецевих волокон з ПАН прекурсорів. Можливість виготовлення вторинних композитів з епоксидною матрицею підтверджується результатами ДТА, а саме, відсутністю термодеструкції вуглецевих волокон та епоксидних матриць до 240 0С, що відповідає технологічним режимам виготовлення вторинних полімерних композитів.

Зважаючи на перспективність використання вуглепластиків на заміну антифрикційним металевим матеріалам, що непрацездатні без змащування, важливою є частина роботи, що присвячена дослідженню триботехнічних властивостей полімерних композиційних матеріалів отриманих з використанням відходів вуглепластиків. Показано, що введення в епоксидну матрицю вуглецевих  відходів збільшує показники навантаження і зносостійкості майже в 3 рази. Оптимальний вміст дисперсного наповнювача з фракцією 50-500 мкм в композиті становив 18 мас.%. Результати дослідження триботехнічних характеристик композиту в парі з нержавіючою сталлю 1Х18Н9Т в водному середовищі дозволяє рекомендувати їх використання у вузлах тертя в інших середовищах (морській воді, нафті та ін.)

В цілому авторами проведене корисне багатопланове дослідження, а робота заслуговує позитивної оцінки. В порядку побажання можна відмітити, що актуальний та  перспективний в Україні напрям досліджень з переробки та вторинного використання вартісних конструкційних полімерних композиційних матеріалів доцільно продовжувати в рамках наступної тематики.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Визначені відомості щодо структури, фракційного складу та властивостей дисперсних відходів вуглепластиків можуть бути використані в процесах утиліцації промислових відходів та для виробництва функціональних полімерних

 Дані про реєстрацію роботи: № 0117U001054

 **РЕФЕРАТ**

**Об’єкти дослідження** – дисперсні відходи механічної обробки конструкційних вуглецьпластиків; вторинні полімерні композити антифрикційного призначення наповнені дисперсними відходами вуглецьпластиків.

**Мета роботи** – розробка науково-технологічних основ створення «вторинних» полімерних композитів з використанням дисперсних відходів механічної обробки конструкційних вуглепластиків.

**Методи дослідження** – електронна мікроскопія. оптична мікроскопія, ДТА, триботехнічні випробування.

Механічні методи переробки відходів полімерних композитів армованих волокнами є перспективною технологією утилізації відходів вуглецьпластиків та використання їх як сировини для виробництва вторинних матеріалів. Досліджено фракційний склад відходів конструкційних полімерних композитів на основі вуглецевих волокон з ПАН прекурсорів. Показано, що відходи дрібних фракцій складаються переважно з фрагментів вуглецевих волокон та філаментів різної довжини з залишками епоксидної  матриці.

За результатами ДТА встановлено, що термодеструкція епоксидних матриць не залежно від складу вуглецьпластиків відбувається в інтервалі температур 245-300 °С, а  окислення та часткова деструкція вуглецевих волокон при ~ 350-400 ° С, що значно вище за температури полімеризації епоксидної матриці вторинного композиту.

На основі результатів триботехнічних властивостей показано, що введення в епоксидну смолу ЕД-20 дисперсних вуглецевих відходів збільшує показники навантаження і зносостійкості майже в 3 рази. Оптимальний вміст наповнювача з фракцією 50-500 мкм в композиті становить 18 мас.%. Результати триботехнічних випробувань композита в парі з нержавіючою сталлю 1Х18Н9Т в водному середовищі дозволяє рекомендувати їх для використання у вузлах тертя насосів в інших середовищах (морська вода, нафта, розчин солей та ін.). Однією з головних областей практичного застосування розроблених матеріалів можуть бути підшипники насосів для водоперекачування в суднобудуванні та агрегати механізації сільського господарства.

**Ключові слова**: ВУГЛЕЦЬПЛАСТИК, ВТОРИННИЙ КОМПОЗИТ, ВУГЛЕЦЕВІ ВОЛОКНА, ТЕРТЯ, ПІДШИПНИК.

 **Публікації**

 1. Полимерные износостойкие композиты с наполнителями из порошковых отходов механической обработки углепластиков. Морозова В.М., Мороз В.П., Варченко В.Т., Бычков А.С.. Андреев А.В. // Технологические системы 2015.-  № 4. (73).- С. 44-50. 2. Влияние дисперсных наполнителей из отходов механической обработки углепластиков на свойства «вторичного» композита с полимерной матрицей. Мороз В.П., Тульженкова А.С., Морозова, В.Н., Варченко В.Т. // Материалы IX Международной конференции «Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий» Киев, август 2016.– С.112. 3. Властивості «вторинного» композиту з полімерною матрицею з відходівмеханічної обробки вуглецьпластиків. Шут М.І. Тульженкова А.С., Січкар Т.Г., Мороз В.П., Морозова В.Н., Варченко В.Т. // Матеріали ХХVII Міжнародної науково-технічної конференції «Дисперсні системи» Одеса 19-23 вересня 2016.– С.208-209. 4. Использование отходов механической обработки углепластиков для создания полимерных износостойких материалов. Тульженкова А.С., Січкар Т.Г., Мороз В.П., Морозова В.Н., Варченко В.Т. // Материалы Международной практической конференции «Современные энергетические установки на транспорте, технологии и оборудования для их обслуживания». СЭУТТОО Херсон, 22-23 сернтября 2016.– С.113. 5. Об износостойкости и физико-механических свойствах «вторичных» эпоксиполимеров с наполнителями из отходов углепластиков. Тульженкова А.С., Січкар Т.Г., Мороз В.П., Морозова В.Н., Варченко В.Т // Технологические системы №1 (78) /2017, С. 57-62. 6. “Secondary” epoxy matrix polymers with fillers derived from dispersive wastes of carbon fiber reinforced plastics. Тульженкова А.С., Січкар Т.Г., Мороз В.П. // 9th International conference of young scientists on welding and related technologies, Киев, 23-26 мая,  2017 С. 260. 7. О свойствах «вторичных» эпоксиполимеров с наполнителями из отходов углепластиков. Морозова В.Н., Варченко В.Т., Мороз В.П., Тульженкова А.С., Сичкарь Т.Г. // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»). – Луцьк.– 2017.– №59.– С.45-50. 8. Использование отходов механической обработки углепластиков для получения износостойких полимерных композиционных материалов. А.В.Мазная, В.Н.Морозова, В.Т.Варченко, В.П.Мороз // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка. Материалы 13 -й Международной научно-технической конференции (Минск 16-18 мая 2018 г) С.136-145

9. Study of the possibility of using mechanical processing waste of carbon plastics as a filler of polymer based composite materials, Maznaya A.V., Morozova V.N., Dmukhovsky R.V., Yaremenko O.P., Obodeeva I.N., VarchenkoV.T // 10TH INTERNATIONALconference advanced materials and technologies 24-26 oct 2018 Ninghai China. 10.Износостойкие полимерные композиционные материалы с использованием дисперсных отходов механической обработки углепластиков. Мазная А.В., Морозова В.Н., Дмуховский Р.В., Яременко О.П., Варченко В.Т. // 6-та Міжнародна конференція HighMatTech 2019