

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Скачкова Віктора Олексійовича «Науково-технічні основи формування функціональних властивостей композиційних матеріалів на основі вуглецю»,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю **05.16.06** – порошкова металургія і композиційні матеріали

Актуальність теми.

Дисертаційна робота присвячена розробці композитних матеріалів для підвищення експлуатаційних характеристик технологічного устаткування. Композитні матеріали вирізняються розвинутою сировинною базою, технологічністю в процесі формування на поверхнях складного профілю, високими фізико-механічними та експлуатаційними характеристиками. Введення функціональних наповнювачів та модифікаторів дозволяє значно підвищити теплофізичні характеристики композитів, знизити здатність до крихкого руйнування, підвищити довговічність та надійність деталей шляхом покращення їх експлуатаційних властивостей.

Використання вуглецевих дисперсних наповнювачів забезпечує модифікацію просторової сітки композитів, яка вирізняється вищим ступенем структурування за умови використання наповнювачів в невеликій кількості. З метою підвищення експлуатаційних характеристик необхідно використовувати наповнювачі, що є стійкими до впливу зовнішніх факторів та здатні утворювати з матрицею хімічні зв'язки. В даному випадку доцільним є застосування вуглецевих наповнювачів, які вирізняються низькою собівартістю, що дозволить здешевити матеріали. Тому доцільним є введення до складу композитів градієнтнопористих добавок. За необхідності додаткової обробки дані матеріали є ефективними дисперсними наповнювачами, які покращують когезійну міцність композитів, а також вирішують проблему утилізації відходів. В даному випадку це дозволяє покращити економічну та екологічну ситуацію за умови максимального використання даних наповнювачів.

Тому оптимізація складу, дослідження структури, фізико-механічних, теплофізичних та експлуатаційних властивостей вуглець-вуглецевих композитів дозволить здешевити виробу та сприятиме утилізації відходів виробництва, що є актуальною науковою та практичною задачею на даний час в галузі сучасного матеріалознавства.

Відповідність роботи паспорту спеціальності

В дисертаційній роботі розглядаються питання формування структури і дослідження властивостей нових композиційних матеріалів на основі вуглецевих волокон та фенолоформальдегідних, фторопластових, вуглецевих та карбідкремнієвих матриць. У зв'язку з цим дисертаційна робота Скачкова

В.О. повністю відповідає паспорту спеціальності 05.16.06 – порошкова металургія і композиційні матеріали.

Наукова новизна дисертації повністю обґрунтована результатами досліджень, наведеними автором у роботі.

- вперше визначено концентрації вуглецевих волокон, порошку феноформальдегідної смоли і утворювачів пор у суспензії на її в'язкість, встановлено оптимальні значення компонентів та їх вплив на властивості матеріалів;

- вперше розроблено математичну модель управління температурними режимами процесу затверджування матеріалів, яка враховує теплову інерційність системи «оправка – заготовка що стверджується - еластична діафрагма - металевий кошик» і робоче середовище автоклаву, що дозволило розв'язано проблему підвищення якості заготовок, вузлів та елементів конструкції вуглепластика, що тверднуть в автоклавах;

- встановлено закономірності зміни фізико-хімічних, теплофізичних і механічних властивостей вуглепластиків на основі фенолоформальдегідних з'язувачів у процесі карбонізації, а також побудовано алгоритм прогнозування пружних та теплофізичних властивостей вуглепластикових заготовок в процесі карбонізації, які ґрунтуються на вирішенні статистичної крайової задачі мікромеханіки композитів;

- встановлено механізм процесу ущільнення пористої структури карбонізованих вуглепластиків, який полягає у тому, що частина реакційних газів, що досягли пористої поверхні, дифундують в пори, інша частина газів розкладається на безпористій поверхні з осадженням твердого осаду – піровуглецю;

- розроблено математичну модель газофазного процесу ущільнення пористих ВВКМ з урахуванням реального розподілу пористої структури карбонізованих вуглепластиків, яка дозволила розрахувати концентраційні і теплові параметри ущільнення пористих матеріалів в термохімічних реакторах.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень.

Достовірність наукових результатів дисертаційної роботи забезпечується використанням перевіреного й атестованого обладнання та сучасних методів дослідження. Основні положення дисертації, висновки і рекомендації науково аргументовані. Обґрунтованість висновків підтверджується основними положеннями дисертації, що побудовані на аналізі як теоретичних положень, так і експериментальних фактів. Розрахункові показники за теплофізичними характеристикам, коефіцієнтом тертя, інтенсивністю зносу, модулю пружності і міцності з достатньою точністю відповідають експериментальним значенням, отриманим автором і відомим літературним джерелам.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Тематика і структура проведених досліджень відповідають плану науково-дослідних робіт кафедри металургії кольорових металів Запорізької державної інженерної академії (ЗДІА) і програмам науково-дослідних робіт ЗДІА: по темі «Вдосконалення конструктивних параметрів проточних реакторів і технології виробництва виробів на основі моделей газотермічних процесів» (номер держ. реєстрації 01870071795); ВАТ «ДЗ Вуглекомполімер» по темі «Підвищення щільності, окислювальної стійкості і механічних властивостей в процесі силіціювання ВВКМ»; УкрНДІТМ по темі «Дослідження технології і властивостей композиційних матеріалів на основі вуглецю»; держзамовлення по темі «Розроблення технології та організація промислового виробництва композиційних матеріалів, стійких в умовах дії високих температур та агресивних середовищ, для авіаційної та космічної техніки» (номер держ. реєстрації 011U004839). Здобувач був керівником наукових груп, що виконували наукові дослідження згідно технічного завдання даних тематик.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи.

Основним практичним результатом роботи є розроблені нові композиційні матеріали з покращеними і наперед прогнозованими фізико-механічними і триботехнічними властивостями.

Високу ефективність нових низько щільних вуглець-вуглецевих композитних матеріалів та технологічні режими їх виготовлення підтверджено актами впровадження на підприємствах: ВАТ «Укрграфіт», ОАО «Укрграфіт», ДЗ «Вуглекомполімер». Це дозволило збільшити ресурс роботи устаткування на 30...50 %.

Особистий вклад здобувача.

Всі дослідження виконано при особистій участі автора, результати яких викладено в дисертаційній роботі. При цьому постановка і планування експериментів, участь в проведенні вимірів і обробка їх результатів, висновки, написання статей, апробація отриманих наукових досліджень на підприємствах ВАТ «Укрграфіт», ВАТ «ДЗ Вуглекомполімер», УкрНДІТМ є особистим вкладом автора у вирішенні поставлених задач.

Повнота викладу результатів в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи повною мірою викладено в 25 тезах доповідей на міжнародних конференціях, в 36 статтях, опублікованих в спеціалізованих виданнях, з яких 14 входять до наукометричних баз даних, 3 монографіях та одному патенті України на корисну модель.

Публікації та автореферат в повній мірі відображають зміст дисертаційної роботи. Аналіз публікацій автора дозволяє зробити висновок про повному викладу основних наукових положень дисертаційного дослідження. Кількість публікацій є достатньою для висвітлення результатів

дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Структура і зміст дисертації.

Дисертаційна робота має класичну структуру. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, семи розділів, загальних висновків, списку літератури з 290 найменувань та 8 додатків.

Зміст і оформлення дисертаційної роботи відповідає вимогам, які пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук. Мова і стиль викладу роботи є послідовною, технічно грамотною і відповідає сучасним вимогам.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовані мета і завдання досліджень, показано об'єкт і предмет дослідження. Визначено наукову новизну отриманих в роботі результатів, їх практичне і наукове значення, апробація і публікації основних положень роботи.

У першому розділі автором виконано аналіз методів створення високопористих матеріалів та композитів на основі вуглецю, показано вплив технологічних параметрів на властивості вуглепластиків, вплив процесу високотемпературної обробки на структурно-механічні характеристики карбонізованих вуглепластиків. Наведено технологічні методи отримання пористих композитних матеріалів з пороутворювачами, а також методів і процесів ущільнення пористої структури карбонізованих вуглепластиків з газової фази.

У другому розділі обґрунтовано вибір матеріалів, напрямів досліджень, наведено розроблені методи і методики дослідження з прогнозування характеристик ВВКМ. Розроблено нові методики визначення вмісту піровуглецю за товщиною ущільнених ВВКМ з газової фази, дослідження ерозійної стійкості ВВКМ в високоенергетичних потоках газу, визначення кінетичних параметрів швидкості осадження піровуглецю з пропану.

У третьому розділі наведено результати стосовно впливу терморозширеного графіту на антифрикційні вуглецеві композитні матеріали на основі фторопластових матриць і матриць з антифрикційними добавками терморозширеного графіту. Зокрема показано вплив графіту на коефіцієнт тертя і інтенсивність зносу вуглепластиків за різних температур. Розглядається один з видів антифрикційних композитних матеріалів вуглець - фторопласти, отримані на основі вуглецевих волокнистих наповнювачів і фторопластової матриці.

Додатково показано, що технологія отримання вуглець - фторопластових матеріалів припускає отримання препрегу шляхом просочення армуючих вуглецевих волокнистих наповнювачів водною суспензією фторопласту з подальшим процесом сушки, гарячого пресування при температурі 523...553 К і питомому тиску 80...100 МПа.

У четвертому розділі розглянуто питання дослідження структури і властивостей карбонізованих вуглецевих композитних матеріалів. Розроблено моделі процесів карбонізації з термохімічними перетвореннями компонентів ВВКМ, визначено параметри термоусадкових функцій, проаналізовано кінетику процесу карбонізації вуглецевих композиційних матеріалів і встановлено характеристики їх міцності. Додатково досліджено процес профілізації пористої структури і щільності вуглецевих композитів в середовищі діоксиду вуглецю, внаслідок чого було розроблено модель процесу профілізації пористої структури ВКМ в проточному реакторі.

В п'ятому розділі розглянуто питання вдосконалення структури карбонізованих ВКМ. Розроблено етапи процесу рідкофазного просочення пористої структури ВКМ. Цікавою з практичної точки зору є методика ущільнення пористих вуглецевих композиційних матеріалів з газової фази, що передбачає аналіз гомогенно-гетерогенних процесів. Результатом є розробка кінетичної моделі гомогенного розкладання метану в закритому реакторі і моделі процесів ущільнення в круговому проточному реакторі.

У шостому розділі досліджено вплив технологічних параметрів на формування структурно-механічних характеристик піролітичного графіту. Досліджено структурно-механічні характеристики пластинчатого і об'ємного пірографіту, а також вдосконалено технологію та структурні параметри пірографіту у багатомісних реакторах.

У сьомому розділі сім показано вектори застосування розроблених матеріалів для нагрівачів і теплових вузлів великогабаритних високотемпературних електровакуумних агрегатів, силіційованих ВВКМ для вузлів та елементів безперервного розливання кольорових і чорних металів і сплавів. Формування теплових вузлів у вигляді тришарових конструкцій, зовнішній і внутрішній шар яких виконано з ВВКМ на основі графітової вуглецевої тканини, а внутрішній шар з низькощільного ВВКМ, отриманого методом висадки з водних суспензій на основі рубаних карбонізованих віскозних волокон і порошку фенолоформальдегідної смоли. Показано особливості застосування матеріалів.

Зауваження по роботі. Відмічаючи позитивні результати роботи Скачкова В.О. необхідно відмітити ряд недоліків і зауважень:

1. У п.3 наукової новизни написано: «Встановлено закономірності зміни механічних і теплофізичних характеристик в процесі обробки вуглепластиків....». Хотілося б, щоби здобувач обґрунтував механізм зміни (поліпшення чи погіршення) властивостей матеріалів, а також необхідно обґрунтувати безпосередньо закономірності їх зміни, виходячи зі зміни структури пластиків.

2. У п.4 наукової новизни автор доводить, що за температури 1030...1130 К радіус пор у матеріалі збільшується, що приводить до

підвищення міцності композитів на 7...10%. Хотілося б почути обґрунтування, яким чином збільшення кількості пор у матеріалі приводить до підвищення його когезійної міцності. На мій погляд, навпаки, виробники попередньо проводять дегазацію композицій з метою підвищення міцності вихідних виробів.

3. У розділі 2.6, присвяченому методиці визначення кінетичних параметрів швидкості осадження піровуглецю з пропана, не приводиться її відмінність від відомих підходів.

4. В розділі 5.2 представлено диференційне рівняння інфільтраційного просочення розплавом кремнію, яке враховує капілярні сили, сили в'язкого опору, гравітаційні сили і залишковий тиск вакуумування. Чим це рівняння відрізняється від відомих.

5. С.184. Стверджується, що для кількісної оцінки якісних параметрів заготовок побудовано регресійну модель. У табл. 3.1 наведено значення коефіцієнтів, і показники критерію Фішера. Хотілося б знати, де сама регресійна модель. Чому автор її не вивів на друк. Чому не показано, які коефіцієнти є значущими, які ні? Чому не показано карту Паретто, чи хоча б співвідношення реальних і табличного коефіцієнтів Стюдента, що визначає їх значущість?

6. Стосовно основних висновків. П.2. Стверджується, що коефіцієнти тертя і інтенсивність зносу розроблених матеріалів знаходяться у визначених межах. А як це співвідноситься з відомими композитами? Далі, у п.3 стверджується, що досліджені механічні характеристики композитів. Це робиться у кожній роботі з матеріалознавства. Чому не наведені конкретні дані, особливо при порівнянні з відомими матеріалами. Тут же: визначено основні параметри структури. Де конкретизація параметрів, що на основі цього можна стверджувати, який зв'язок параметрів структури з властивостями? П.4. Доводиться, що «...така структура пор забезпечує найбільш сприятливі умови заповнення пористої структури як з газової, так і з рідкої фаз». Чим це доведено, на основі яких кількісних показників автор робить такий висновок? У п.п.3-7 основних висновків автором взагалі не наведено жодної цифри, що не дозволяє побачити загальної картини підтвердження теоретичних даних з практичними результатами дослідження.

Вказані зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

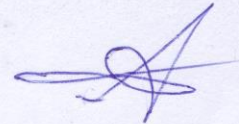
Висновки.

Виходячи з наведеного аналізу змісту дисертації, автореферату і опублікованих робіт можна зробити висновок, що за актуальністю, науковою новизною, обсягом проведених експериментальних та теоретичних досліджень, науковою та практичною значущістю, повнотою апробації результатів робота Скачкова Віктора Олексійовича «Науково-технічні основи формування функціональних властивостей композиційних матеріалів на основі вуглецю», відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Положення про присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України за №567 від

24.07.2013 р, та змінами згідно з постановами КМ України №656 від 19 серпня 2015, №1159 від 30.12.2015 та №567 від 27.07.2016 рр. щодо докторських дисертацій, а автор дисертації, Скачков Віктор Олексійович, заслуговує на присудження ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.06 – порошкова металургія і композиційні матеріали.

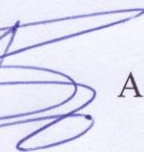
Офіційний опонент:

Д.т.н. професор,
завідувач кафедри транспортних технологій
Херсонської державної морської академії



А.В.Букетов

Підпис д.т.н., професора А.В.Букетова засвідчую:
Проректор з науково-педагогічної роботи
Херсонської державної морської академії,
к.т.н., доцент



А.П.Бень