

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора Панасюка Ігоря Васильовича
на дисертаційну роботу **Пристинського Сергія Володимировича**
на тему «Технології переробки багатокомпонентних відходів полімерних
композитів методом лиття під тиском»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Актуальність теми дисертації.

Актуальність вибору теми дисертаційного дослідження не викликає сумніву з огляду на постійну потребу у поліпшенні експлуатаційних властивостей пластикових деталей автомобілів та необхідність зменшення обсягу відходів багатокомпонентних полімерних композиційних матеріалів шляхом розробки технології їх переробки методом лиття під тиском із збереженням основних властивостей виробів та показників ефективності виробництва. У зв'язку з цим, розробка технології переробки багатокомпонентних відходів полімерних композитів методом лиття під тиском без їх попереднього розділення та розробка технології переробки полімерів для превентивного зменшення їх відходів є надзвичайно актуальною задачею. Інноваційні рішення в області лиття пластмас під тиском здатні забезпечити значний економічний ефект, підвищуючи ефективність виробництва, рівень якості та знижуючи витрати на первинну сировину. Крім того, розроблені підходи до валідації технологічного процесу переробки багатокомпонентних відходів полімерних композитів можуть знайти застосування в будь-яких інших галузях та технологіях, що відповідає потребам сучасного суспільства і сприяє вирішенню важливих технічних і соціально-економічних завдань, що забезпечує сталий розвиток.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Проведені автором теоретичні та експериментальні дослідження базуються на основних положеннях полімерного матеріалознавства, хімічних технологій та інженерії. При цьому у роботі враховані узагальнений досвід та наукові здобутки українських та закордонних вчених. Зміст дисертаційної роботи та наукових публікацій Пристинського С.В. за темою дослідження засвідчують достатню обґрунтованість і достовірність отриманих наукових результатів, зроблених висновків і пропозицій. Вони перевірені та встановлені автором при виконанні чисельних експериментальних досліджень. Наукова обґрунтованість забезпечується використанням стандартних методів досліджень, сучасних інформаційних технологій, методів математичної статистики та цифрової обробки даних.

Основні результати дослідження, ступінь їх наукової новизни та значущості. Отримані в процесі дослідження наукові результати в сукупності дозволили розв'язати важливе науково-прикладне завдання, яке полягає у необхідності переробки багатокомпонентних сумішей відходів полімерних

композиційних матеріалів без їх попереднього розділення за відсутності науково-обґрунтованої валідованої технології.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в тому, що вперше на основі системних досліджень встановлені закономірності фізико-хімічних перетворень в процесі переробки багатокомпонентних відходів склонаповненого поліаміду 6 та полікарбонату (PA6GF30/PC) залежно від складу суміші. Виявлено значний вплив складу суміші на реологічні, фізико-механічні властивості та на морфологію. При цьому було встановлено, що стабільність процесу не зазнала значущих змін і знаходиться в допустимих межах для автомобілебудівної промисловості під час переробки суміші відходів PA6GF30/PC за складом 90/10% мас. Встановлено, що сила зламу полімерних деталей з акрилонітрилу бутадієнстиролу та полікарбонату (ABS/PC) під час переробки литтям під тиском не зазнала значного зменшення при повторному використанні подрібненої сировини, без суттєвих змін параметрів технологічного процесу. Показано покращення якості деталей, отриманих з PA12 методом лиття пластмас під тиском шляхом покращення експлуатаційних характеристик через оптимізацію параметрів технологічного процесу. Встановлено, що використання системного підходу для менеджменту до вирішення проблем технології переробки багатокомпонентних відходів полімерних композитів має позитивний вплив на ключові показники технологічного процесу.

Достовірність та надійність результатів досліджень забезпечується використанням сучасних методів досліджень із залученням інформаційно-цифрових технологій, математичного апарату із застосуванням методик, визнаних в науковій спільноті. Результати виконаних досліджень підтверджуються у повному обсязі списком наукових праць здобувача. Таким чином, наукове завдання, поставлене в дисертаційній роботі, було повністю виконано, а здобувач оволодів методологією наукової діяльності, що підтверджується отриманими результатами та їх практичною значущістю.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Пристинського С.В. є завершеною науковою працею і повністю відповідає спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Хімічні технології та інженерія».

Зміст дисертаційної роботи свідчить про дотримання здобувачем принципів академічної доброчесності. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідні джерела, що підтверджує коректне використання наукових даних та дотримання вимог щодо цитування.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Пристинського С.В. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою, з дотриманням усіх існуючих стилістичних стандартів. Стиль викладу науковий, з використанням

загальноприйнятих технічних термінів у відповідній галузі. Стиль представлення матеріалів досліджень, наукових положень і висновків забезпечує легкість та доступність сприйняття інформації.

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку джерел, а також додатків. Загальний обсяг дисертації 160 сторінок.

У **вступі** дисертації доведено актуальність обраної теми, сформульовано мету та основні задачі роботи, визначені об'єкт і предмет дослідження, наведені використані методи дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, описано особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** представлено огляд та аналіз науково-технічної і патентної літератури щодо сучасних тенденцій переробки полімерних композиційних матеріалів литтям під тиском. Особливу увагу приділено регулюванню властивостей полімерів та їх впливу на технологічні параметри процесу лиття пластмас під тиском, особливостям регулювання експлуатаційних характеристик пластикових виробів, екологічним аспектам переробки багатокомпонентних відходів полімерних композитів та філософії ощадливого виробництва і менеджменту (Lean).

В **другому розділі** наведений перелік використаних матеріалів та речовин, представлені їх основні характеристики та обґрунтовано їх вибір. Другий підрозділ присвячений опису використаних в ході виконання роботи методів дослідження та вказані особливі умови їх проведення. Описані методики отримання дослідних зразків. Представлено методи дослідження стабільності процесу лиття пластмас під тиском, визначення сили зламу та описано метод дослідження експлуатаційних властивостей полімерних виробів.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячений розробці технології переробки багатокомпонентних відходів полімерних композиційних матеріалів методом лиття пластмас під тиском. Проведений ретельний аналіз досліджень реологічних властивостей, морфології та фізико-механічних характеристик сумішей відходів PA6/PC. Показано вплив використання суміші полімерних відходів на параметри технологічного процесу та на стабільність лиття під тиском. Здобувачем було розроблено та запропоновано концепцію обладнання та методу отримання гранул із подрібнених багатокомпонентних відходів полімерних композитів.

У ході досліджень були отримані результати, які дозволили визначити оптимальний склад суміші відходів PA6/PC, що дозволяє переробляти її не підвищуючи температуру зі збереженням механічних властивостей. На підставі результатів аналізу, здобувач рекомендує до переробки литтям під тиском вторинні суміші PA6GF30/PC зі складом 90/10, 80/20, 70/30% мас. За вказаних співвідношень компонентів зберігаються передбачувані фізико-механічні властивості готової продукції у поєднанні із раціональними режимами переробки лиття під тиском. Результати досліджень сили зламу деталей із вторинної полімерної суміші ABS/PC доводять ефективність розробленої ресурсозберігаючої технології та можливість позитивно вплинути на екологічні аспекти. Здобувачем рекомендується додавання подрібненої композиції ABS/PC

до оригінального полімерного матеріалу до 50% мас., або регранульованої – до 80% мас.

Також в цьому розділі експериментально підтверджено, що основними факторами впливу при термообробці полімерів є температура і час перебування полімерної композиції в литтєвій формі. Показано покращення експлуатаційних властивостей PA12, а саме стійкості до C_2H_5OH шляхом збільшення тиску впорскування на 31,4% та температури контурів системи охолодження литтєвої прес-форми на 10,6%, що забезпечило суттєве зростання (на 207,8%) стабільності процесу. Це сприяє покращенню якості деталей без додаткових фінансових інвестицій, що дозволяє уникнути утворення відходів, як в процесі експлуатації полімерних деталей, так і в ході їх отримання литтям під тиском.

У **четвертому розділі** детально викладено теоретичні та практичні основи валідації процесу переробки мультикомпонентних відходів полімерних композитів литтям під тиском. Визначено структурований та системний підхід до валідації на основі ISO 9001, який сприяє уникненню втрат у вигляді виконання зайвих чи непотрібних кроків водночас із забезпеченням високої ефективності та швидкості прийняття необхідних рішень. Змістовно висвітлено метод оцінки стабільності процесу та основного обладнання лиття пластмас під тиском, як один з основних аспектів визначення придатності технології. Показано особливості оцінки якості виробів з вторинних сумішей полімерних композиційних матеріалів в автомобілебудуванні. Виділено основні вимоги до якості продукції, яка отримується із багатокомпонентних відходів полімерних композитів методом лиття під тиском. Продемонстровано метод візуальної оцінки якості пластикових деталей.

Особливу увагу приділено дослідженню впливу використання вторинної композиції PA6GF30/PC на параметри технологічного процесу лиття пластмас під тиском та на його стабільність. Отримані результати сприяють ефективній повторній переробці багатокомпонентних відходів полімерних композиційних матеріалів методом лиття під тиском. Це дозволяє знизити собівартість продукції за рахунок зменшення витрат на сировину, зменшити частку неперероблених полімерних відходів, що в свою чергу позитивно вплине на екологічні аспекти навколишнього середовища та на фінансові результати виробничих компаній.

У **п'ятому розділі** розглянуто основні показники процесу лиття пластмас під тиском. Показано основні аспекти Lean менеджменту, які відіграють важливу роль у підтримці технології переробки сумішей відходів полімерних композиційних матеріалів. Доведена фінансова доцільність впровадження технології переробки багатокомпонентних відходів полімерних композиційних матеріалів методом лиття пластмас під тиском на прикладі виробничої компанії ТОВ «Костал Україна».

Основну увагу приділено дослідженню ефективності управління технологічними процесами. Доведено, що демонстрація належної поведінки та дотримання системного підходу до вирішення проблем лідерами та командами сприяє підвищенню всезагальної ефективності менеджменту, що може мати позитивний вплив на рівень зрілості підприємства та відігравати важливу роль у

зменшенні частки відходів шляхом постійного покращення якості технологічних процесів та систем.

У **висновках** стисло сформульовані ключові наукові і практичні результати дисертаційної роботи.

В цілому оцінюючи роботу за змістом і за якістю оформлення, можна зробити висновок про те, що вона відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 12 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, яку індексується у базі даних Scopus, 1 патент на корисну модель. Також результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Особистий внесок автора у працях, опублікованих у співавторстві, полягає в постановці завдань досліджень, розробці методик експериментальних досліджень, плануванні та участі у виконанні експериментів, узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача. В опублікованих наукових працях автор дисертації дотримується принципів академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Основною ознакою підтвердження взаємодії полімерів із розчинниками є втрата маси, яка визначається за стандартною методикою, а в роботі показано лише вплив розчинника на зміну габаритних розмірів полімерних деталей.

2. Для підтвердження взаємодії між полімерами у складі вторинних полімерних сумішей РА6/РС основна увага приділяється дослідженням реології, морфології та визначенню їх густини. Застосування прямих методів аналізу, наприклад ІЧ-спектроскопії, термічних методів аналізу, дозволило б більш чітко підтвердити наявність взаємодії між компонентами суміші.

3. В дисертаційній роботі зустрічаються граматичні і стилістичні помилки. Спостерігається відсутність пробілів між деякими словами та реченнями.

4. В деяких місцях по тексту дисертації даються аббревіатури без розшифровки, неправомірно вживаються символи «-» дефіс, «-» тире. Деякі формули подані у текстовому форматі, а не в математичному.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Пристинського Сергія Володимировича на тему «Технології переробки багатокомпонентних відходів полімерних композитів методом лиття під тиском» є цільним, завершеним, самостійним науковим дослідженням, що виконане на належному рівні. Структура та обсяг дисертації відповідає встановленим нормам. Зміст дисертації відповідає зазначеній меті та поставленим завданням, які повністю вирішені у процесі дослідження. Основні положення роботи, які виносяться на захист, мають елементи наукової новизни. Робота відповідає принципам академічної доброчесності та являє собою завершене наукове дослідження. Дисертаційна робота за змістом і структурою відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Пристинський Сергій Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний рецензент:

доктор технічних наук, професор,
директор Інституту інженерії та
інформаційних технологій,
Київського національного
університету технологій та дизайну


Ігор ПАНАСЮК

М.П.

« 23 » 07 2024 року

