

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Савчука Андрія Петровича
на тему «Фізична модифікація в технологічних процесах переробки
полівінілхлориду»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні
технології та інженерія»

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Савчука Андрія Петровича є своєчасною та актуальною через зростання попиту на розробку нових технологій циклічної переробки ПВХ. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення ефективних технологій циклічної переробки ПВХ, які відповідають принципам сталого розвитку та циркулярної економіки. ПВХ є одним із найпоширеніших полімерів, відходи якого становлять значну екологічну проблему через низьку термостійкість і складний хімічний склад. Водночас повторне використання цього матеріалу здатне суттєво скоротити споживання первинної сировини й енерговитрати у виробництві.

Актуальною задачею є не лише перероблення відходів, а й розроблення технологій багаторазової циклічної переробки первинного ПВХ, що забезпечують стабільність його властивостей. Це потребує раціоналізації складу композицій та використання ефективних фізичних модифікаторів, таких як стабілізаторів, лубрикантів, пластифікаторів і наповнювачів, які підвищують термостійкість полімеру та дозволяють уникнути його деградації під час повторного переплавлення. Розв'язання цього завдання має як наукову, так і практичну значущість, оскільки сприяє підвищенню екологічної безпеки та ресурсоефективності полімерної галузі.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи Савчука Андрія Петровича полягає дослідженні стабілізації ПВХ композицій під час їх переробки в режимі ПЦП та ПЗЦП. Встановлено, що оптимальна композиція

містить стабілізатор Ca/Zn – 4 мас. ч., лубрикант Licowax PE 520 – 0,5 мас. ч., пластифікатор DOTP – 1,7 мас. ч. та наповнювач Omyacarb 2T-КА – 20 мас. ч. Такий склад забезпечує стабільність показника течії розплаву (ПТР) на рівні 1,5–1,6 г/10 хв і збереження механічних властивостей після п'яти циклів переплавлення, відтермінування часу початку термоокиснювальної деструкції на 20–35%, а також зменшення швидкості деструкції на 0,6–0,8 %/хв модифікованих композицій. Встановленні, що оброблений наповнювач карбонат кальцію виступає додатковим стабілізатором ПВХ за рахунок наявного на поверхні стеарату кальцію та вільної стеаринової кислоти, що дозволяє зберегти колір ПВХ композиції незмінним протягом 5 циклів переробки в процесі циклічної переробки. Визначенні впливу лубрикантів на енергію активації течії ПВХ композиції при циклічній переробці. Встановленні, що введення поліетиленового воску у кількості 0,5-1,0 мас. ч., ефірного лубриканту - 0,3-0,7 мас. ч. та амідного лубриканту - 0,2-0,5 мас. ч. дозволяє зберегти індекс жовтизни композиції на рівні, придатному до подальшого застосування.

Достовірність отриманих результатів забезпечується застосуванням сертифікованих методик дослідження механічних властивостей згідно ISO 527-2:2012, показники течії розплаву (ПТР) визначали відповідно до стандартів ASTM D1238 та ISO 1133-1, Густина зразків встановлювали методом гідростатичного зважування згідно зі стандартом ISO 1183-1:2019, Кольорометричні характеристики (ступінь білизни, жовтизни та координати кольору) визначали за стандартом ASTM E1164, для реологічного аналізу використовували сучасне обладнання – реометр RM-200C. Результати досліджень супроводжуються статистичною обробкою, зокрема для встановлення залежностей між концентрацією термостабілізаторів, лубрикантів, пластифікаторів, наповнювачів і функціональними характеристиками, а також побудовою трендів, що корелюють із сучасними теоретичними моделями провідності в композитах.

Обґрунтованість наукових результатів підтверджується чіткою логікою структури дисертації, послідовністю виконання поставлених завдань і детальною аргументацією вибору матеріалів, і технологічних режимів переробки. Автором здійснено всебічний аналіз впливу складу композицій,

способу їх формування та параметрів циклічної переробки на кінцеві властивості матеріалів. Порівняння отриманих експериментальних результатів з аналогами, наведеними у вітчизняній і зарубіжній науковій літературі, підтверджує їх відповідність сучасному рівню наукових знань, а в окремих випадках – перевищує його, що є свідченням високої наукової цінності та оригінальності виконаної роботи.

Таким чином, усі поставлені в дисертаційній роботі наукові завдання виконано в повному обсязі, результати є достовірними, новими та добре обґрунтованими, а сам здобувач продемонстрував належний рівень володіння методологією наукових досліджень у галузі хімічних технологій та інженерії.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Савчука А.П. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Хімічні технології та інженерія.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Хімічні технології та інженерія».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Савчука Андрія Петровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Матеріал викладено послідовно та логічно, із чітким дотриманням структури наукової роботи: від постановки мети дослідження до формулювання висновків. Кожен розділ логічно впливає з попереднього, що сприяє цілісному сприйняттю інформації.

Стиль мовлення відповідає вимогам наукового стилю: використано об'єктивну, нейтральну лексику, уникається емоційність та суб'єктивні оцінки. Текст лаконічний, інформативний, з дотриманням норм академічної доброчесності.

Інформація подається доступною мовою, зрозумілою для фахівців відповідної галузі. Разом із тим, автор дотримується загальноприйнятої наукової термінології, що свідчить про професійний рівень викладення та орієнтацію на академічну аудиторію.

Використання ілюстративного матеріалу (таблиць, графіків, схем) підсилює зміст тексту та робить його більш наочним. Обґрунтування гіпотез, аналіз результатів і формулювання висновків виконано чітко та аргументовано.

Загалом, текст відзначається високим рівнем академічної культури, науковою коректністю та стилістичною вираженістю.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 215 сторінок.

У вступі обґрунтовано важливість обраної теми, її значення для науки та практики, наявність невирішених проблем у цій галузі.

Перший розділ дисертаційної роботи Савчука Андрія Петровича містить комплексний аналітичний огляд сучасного стану досліджень і технологічних підходів до модифікації ПВХ в процесі переробки. Автором детально проаналізовано особливості створення композицій на основі ПВХ, вплив добавок на переробку ПВХ, в особливості термостабілізаторів, пластифікаторів, наповнювачів, лубрикантів. Детально розглянуто способи модифікації ПВХ, особливу увагу приділено фізичній, хімічній, полімерній, нанотехнологічній та фізико-хімічній модифікації. Описано вплив відходів ПВХ на екологію та проблематику повторної переробки ПВХ в розрізі циклічної економіки. Також розглянута проблематика та виклики для повторної переробки відходів ПВХ в умовах сучасного використання цього полімеру.

Другий розділ дисертаційної роботи має методичний та описовий характер і присвячений детальному представленню вихідних матеріалів, обраних для дослідження, та методів їхньої експериментальної оцінки. Автором наведено

повні характеристики полівінілхлориду та технологічних добавок зокрема термопластичного термостабілізаторів, пластифікаторів, наповнювачів та лубрикантів. Значну увагу приділено опису технологічних режимів отримання зразків композитів та їх циклічній переробці методом екструзії, включаючи параметри температурного режиму, швидкості екструзії та умови переробки. Автор детально описує методики визначення механічних та реологічних властивостей отриманих матеріалів, наголошуючи на використанні стандартизованих та авторських методик, що забезпечує високу точність і достовірність результатів. Представлені методики статистичної обробки експериментальних даних підтверджують ретельність і системний підхід автора до проведення експериментальних досліджень. Використання сучасного обладнання та відповідність міжнародним стандартам додатково гарантують надійність отриманих результатів.

У третьому розділі дисертаційної роботи представлено комплексні результати експериментальних досліджень щодо впливу стабілізатору, лубриканту, та наповнювача на здатність ПВХ до циклічної переробки. Автором детально описано процес створення ПВХ композицій на основі суспензійного полівінілхлориду та фізичних модифікаторів. Проведені дослідження дозволили автору встановити критичні концентрації термостабілізаторів, лубрикантів, наповнювачів та пластифікаторів для формування рецептури композиції. Досліджено їхній вплив на процес переробки в умовах ПЦП та ПЗЦП. Встановлені закономірності дозволили створити науково обґрунтовані рекомендації щодо технологічних параметрів, які забезпечують необхідні функціональні характеристики готових матеріалів. Отримані результати мають вагомe науково-практичне значення, оскільки дозволяють отримувати вироби з чітко заданими реологічними та фізико – механічними властивостями.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений дослідженню впливу комплексного поєднання фізичних модифікаторів на здатність ПВХ до циклічної переробки. Автором здійснено комплексні дослідження впливу пластифікатору, зокрема введення диоктилтерафталату, досліджено вплив

регенерату на циклічну переробку первинного ПВХ. Автором встановлено і кількісно оцінено вплив дозування диоктилтерефталату на реологічні та фізико – механічні властивості композиту в умовах циклічної переробки. Важливим результатом є обґрунтування оптимальних дозувань фізичних модифікаторів (термостабілізатору, лубриканту, наповнювача, пластифікатора) та відсоток введення регрануляту для досягнення високої ефективності циклічної переробки ПВХ композиції. Представлені у розділі результати мають значну теоретичну та практичну цінність і можуть бути використані для подальшого вдосконалення технологій циклічної переробки композитів на основі суспензійного полівінілхлориду.

У п'ятому розділі дисертаційної роботи докладно описано практичне застосування та реалізацію одержаних наукових результатів. Автором представлено розроблену технологію виготовлення технологічної добавки на основі суспензійного ПВХ та фізичних модифікаторів, введення якої дозволяє покращити фізико – механічні властивості готового виробу, реологічні показники розплаву та збільшити кількість циклів переробки вторинних відходів. Особливу увагу приділено застосуванню створеної технологічної добавки у процесі виробництва та переробки труби з ПВХ та віконного профілю з ПВХ. В розділі наведено результати виробничих випробувань і впровадження технології на потужностях підприємства ТОВ «Ластрен» та ТОВ «Екопласт Центр», що додатково підкреслює значимість і практичну цінність результатів дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні положення і результати дисертаційного дослідження відображено у 10 наукових роботах, з них 2 статті у наукових фахових виданнях України; 1 стаття у виданнях, які входять до міжнародних науко-метричних баз Scopus та/або Web of Science Core Collection. Також результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Наукові публікації свідчать про високий рівень теоретичної підготовки, володіння сучасними методами дослідження та глибоке розуміння актуальних проблем у сфері хімічних технологій та інженерії. Тематика публікацій відповідає напрямку дослідження та демонструє поступовий розвиток наукової думки, від постановки проблеми до практичної реалізації результатів.

У публікаціях простежується самостійність викладення матеріалу, аргументованість наукових висновків, коректне посилання на джерела інформації. Автор дотримується загальноприйнятої наукової термінології, чітко формулює мету та завдання досліджень, логічно структурує текст та обґрунтовує результати.

Здобувач дотримується принципів академічної доброчесності, зокрема, коректно використовує джерела та посилання на праці інших дослідників, не виявлено фактів плагіату або самоплагіату, дотримується етичних норм у поданні результатів.

Публікації охоплюють як фахові видання, так і матеріали конференцій, що підтверджує активну наукову діяльність та зацікавленість у професійному зростанні.

Загалом, науковий доробок здобувача характеризується високим рівнем академічної якості та повною відповідністю вимогам до наукових публікацій у вищій освіті та науці. Наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Незважаючи на великий обсяг експериментальних даних, у розділі 3 частково бракує узагальнюючих таблиць або графіків, які б дозволяли швидко оцінити взаємозв'язок між технологічними параметрами екструзії та властивостями композитів.

2. У четвертому розділі, попри детальний аналіз ефектів модифікаторів, недостатньо уваги приділено аналізу тривалості збереження досягнутих функціональних властивостей композитів при тривалій експлуатації.

3. У роботі недостатньо розкрито механізми взаємодії між різними типами модифікаторів у композиціях на мікрорівні, особливо у випадках

складних композицій з використанням декількох видів модифікуючих добавок.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Савчука Андрія Петровича на тему «Фізична модифікація в технологічних процесах переробки полівінілхлориду» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія».

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю 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 Савчук Андрій Петрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри хімічного,
полімерного і силікатного
машинобудування
Інженерно-хімічного факультету
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»,
д.т.н., доц.

/  / Олександр СОКОЛЬСЬКИЙ

М.П.

« »

