

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
«Фізична модифікація в технологічних процесах переробки полівінілхлориду»
здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії Савчука Андрія Петровича

за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія
(галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія).

Кафедра хімічних технологій та ресурсозбереження
Київського національного університету технологій та дизайну

Актуальність теми та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт.

Актуальність роботи пов'язана з потребою у розробці технологій фізичної модифікації полівінілхлориду в процесі його циклічної переробки

У ході дослідження вирішується комплексне науково-практичне завдання, що полягає у розробленні способів фізичної модифікації ПВХ у процесі його циклічної переробки з метою забезпечення стабільності фізико-хімічних, реологічних та механічних властивостей матеріалу при багаторазовому термічному навантаженні. Особлива увага приділяється підбору ефективних комбінацій функціональних добавок, зокрема лубрикантів, стабілізаторів, пластифікаторів і наповнювачів, що діють синергетично.

Для реалізації принципів циркулярної економіки необхідно адаптувати сучасні технології переробки ПВХ-композицій, використовуючи різні варіанти фізичної модифікації з метою зменшення навантаження на довкілля та продовження життєвого циклу полімерних матеріалів.

Зв'язок теми дослідження з планами науково-дослідних робіт.

Наукові дослідження виконувались в рамках ініціативної тематики «Розробка технології одержання композитних матеріалів спеціального призначення», державний реєстраційний номер 0123U100731 з 01.2023 по 06.2027, науковий керівник Сова Н.В.

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.

Здобувачем проведено вибір та обґрунтування компонентів ПВХ композитів. Здобувач особисто виконував експерименти, які включали підготовку зразків до реометричного аналізу та визначення реологічних та фізико механічних властивостей ПВХ композитів. Експериментальна частина дослідження охоплювала широкий спектр випробувань, від вимірювання показника течії розплаву ПВХ композитів до визначення їх кольору в процесі циклічної переробки. Здобувачем зроблено ретельний аналіз зібраних даних, що дозволило виявити залежності між компонентами їх кількісним та якісним складом та їх впливом на термостабільність в процесі циклічної переробки. Особлива увага приділялася вивченню впливу різних типів фізичних модифікаторів на здатність до циклічної переробки ПВХ композитів. На підставі отриманих результатів здобувач сформулював ряд нових наукових ідей, що роблять можливою циклічну переробку ПВХ. Ці ідеї мають потенціал для практичного застосування в переробці відходів ПВХ.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечуються використанням сучасних методів полімерного аналізу, коректною постановкою експериментів та багаторазовою перевіркою отриманих результатів. Усі дослідження виконано з дотриманням вимог метрології, повторюваності та відтворюваності, а отримані дані узгоджуються з відомими закономірностями термічної стабілізації ПВХ і підтверджуються незалежними вимірюваннями реологічних та механічних характеристик. Застосування фундаментальних положень хімії полімерів і фізико-хімії деструкції ПВХ дозволило забезпечити правильність інтерпретації результатів та уникнути суб'єктивності. Узагальнені висновки базуються на статистично достовірних експериментальних даних і повністю відображають реальну поведінку матеріалу при багаторазовій переробці.

Основні результати дослідження, ступінь їх науково новизни та значущості.

Отримані в процесі дослідження результати в сукупності дозволили розв'язати важливе науково – прикладне завдання, яке полягає у розробленні способів фізичної модифікації полівінілхлориду у процесі його циклічної переробки з метою забезпечення стабільності фізико-хімічних, реологічних та механічних властивостей матеріалу при багаторазовому термічному навантаженні.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи: Досліджено стабілізацію ПВХ композицій під час їх переробки в режимі ПЦП ПЗЦП. Встановлено, що оптимальна композиція містить стабілізатор Ca/Zn — 4 мас. ч., лубрикант Licosax 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.

Встановлено, 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.

Визначено вплив лубрикантів на енергію активації течії ПВХ композиції при циклічній переробці. Показано, 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.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення результатів досліджень полягає:

1. Розроблено ефективну технологію фізичної модифікації та термічної стабілізації ПВХ-композицій, що забезпечує можливість їх багаторазової циклічної переробки (до 5 циклів) без істотної деградації полімерної структури. Запропонована технологія базується на введенні порошкової суміші функціональних добавок — стабілізаторів (4–5 мас. ч.), поліетиленових восків (0,5–1,0 мас. ч.), ефірних і амідних лубрикантів (0,3–0,7 мас. ч.), а також

мінеральних наповнювачів (10–15 мас. ч.), що забезпечують збереження міцності при розтязі до 90–93 % та показника течії розплаву (ПТР) на рівні 2,1–2,3 г/10 хв після п'яти циклів переплавлення.

2. Розроблені рецептури стабілізації жорстких ПВХ композицій, що включають раціональне поєднання стабілізаторів (4,0 мас.ч.) та лубрикантів (0,5 мас.ч.), стабілізаторів (4,0 мас.ч.) і пластифікаторів (4,0 мас.ч.) та стабілізаторів (4,0 мас.ч.), пластифікаторів (4,0 мас.ч.) і наповнювачів (5 мас.ч.). Це забезпечує успішну багатократну змішану переробку ПВХ композицій без суттєвої зміни їхніх властивостей.

3. Розроблено технологічну схему здійснення фізичної модифікації ПВХ за допомогою порошкового модифікатору, адаптовану до промислових умов. Унікальність схеми полягає у зникненні необхідності використання рідких компонентів (пластифікаторів, лубрикантів, стабілізаторів) на виробничих підприємствах та заміщенням їх порошковим модифікатором, що забезпечує простоту використання та збільшення циклів переробки в умовах ПЦП та ПЗЦП.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

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. Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 9 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).

Перелік публікацій:

1. Savchuk A., Fedoriv T. Determination of the influence of the thermostabilizer content on the cyclic processing of polyvinyl chloride. *Technology Audit and Production Reserves*. 2025. № 1 (81). P. 34–40. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.322887>. – особистий внесок автора полягає у проведенні аналізу сучасних наукових джерел за тематикою дослідження, розробленні концепції та плануванні експериментальної частини роботи, визначенні методичного підходу до проведення випробувань, а також в оформленні наукової роботи, включно з обробкою, аналізом та узагальненням отриманих результатів.
2. Савчук А. П., Сова Н. В. Переробка полівінілхлориду в умовах циклічної економіки. *Технології та інжиніринг*. 2024. № 3, С. 127-141. DOI: [10.30857/2786-5371.2024.3.10](https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.3.10). - особистий внесок автора полягає у формулюванні наукової проблематики дослідження та визначенні його мети і завдань, проведенні комплексного аналізу сучасних літературних джерел щодо методів переробки полівінілхлориду в контексті принципів циклічної економіки, узагальненні результатів, формуванні висновків.
3. Савчук А. П., Федорів Т. Р. Дослідження процесів циклічної переробки ПВХ композитів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2025. № 1 (287). С. 77-82. DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-287-1-77-82>. – особистий внесок автора полягає у постановці наукової задачі, визначенні мети та завдань дослідження, розробленні загальної

експериментальної схеми та методичного підходу до вивчення процесів циклічної переробки ПВХ-композитів, узагальненні результатів, формуванні висновків.

4. Савчук А. П., Сова Н. В. Вплив карбонату кальцію на процес багаторазової переробки ПВХ композитів. Композиційні матеріали. 2025. С. 105-111. DOI: 10.20535/iwscmm2025327326. – особистий внесок автора полягає у формулюванні наукової мети та завдань дослідження, розробленні методичного підходу до оцінювання впливу карбонату кальцію на процес багаторазової переробки ПВХ-композитів, плануванні та виконанні експериментальної частини роботи, узагальненні результатів, формуванні висновків.
5. Savchuk B. P., Savchuk A. P., Suvorov O. S. Composite fillers and cyclic processing of polymeric materials. Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry : 6th ISE Satellite Student Regional Symposium on Electrochemistry., May 22th, 2024, P. 133-134. – особистий внесок автора полягає у формулюванні ідеї дослідження, аналізі сучасних літературних джерел щодо композиційних наповнювачів та циклічної переробки полімерів, узагальненні результатів, формуванні висновків.
6. Савчук А. П., Дрьомін О. І., Дрьоміна Н. Ю., Сова Н. В. Технології вторинної переробки поліолефінів з покращеними оптичними властивостями. Перспективні полімерні матеріали і технології: тези доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції (м. Львів 24-28 вересня 2024 р.): у 1 т. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2024. С. 84. Режим доступу: <https://drive.google.com/drive/folders/1kHzX8NZgVOTDtyBA3YoL302-0HDoxX> – особистий внесок автора полягає у проведенні аналізу наукових джерел щодо технологій вторинної переробки поліолефінів, розробленні методичного підходу до оцінювання оптичних властивостей перероблених матеріалів, узагальненні результатів, формуванні висновків.
7. Савчук А. П., Сова Н. В. Проблеми та перспективи повторної переробки ПВХ. Освіта для сталого майбутнього: екологічні, технологічні, економічні і соціокультурні питання: тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції (м. Київ, 18 жовтня 2023 р.) : у 1 т. Київ : Київський національний університет технологій та дизайну, 2023. С. 89-92. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/26243/1/OSM_2023_%D0%A0089-092.pdf – особистий внесок автора полягає у проведенні аналізу наукових джерел, присвячених проблематиці вторинної переробки полівінілхлориду, розробленні концепції та структури експериментальної частини дослідження, узагальненні результатів, формуванні висновків а також у підготовці матеріалів до публікації.
8. Savchuk A. P., Plavan V. P., Sova N. V., Lyashok I. O. Influence of physical modifiers on cyclic recycling International Scientific Conference, “Scientific research driving societal transformation and sustainable future development”, Tallinn, Estonia. December 10-11, 2025. P.18. Conference abstracts (Estonia, December 10–11, 2025). Estonia: AMES Science, 2025. URL: <https://ames-science.com/estonia/> – особистий внесок автора полягає у проведенні аналізу наукових джерел, присвячених фізичній модифікації та циклічній переробці ПВХ, формуванні концепції

дослідження, підготовці експериментальної частини, узагальненні результатів, формуванні висновків та участі у підготовці матеріалів до публікації.

9. Савчук А.П., Плаван В.П., Сова Н.В., Савченко Б.М. ФІЗИЧНА МОДИФІКАЦІЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ, XII Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» тези доповідей 26 – 27 травня 2022 року, м. Чернігів с. 230-231. Особистий внесок автора полягає у проведенні аналізу наукових джерел, присвячених фізичній модифікації та циклічній переробці ПВХ, формуванні концепції дослідження, узагальненні результатів, формуванні висновків та участі у підготовці матеріалів до публікації
10. Савченко, Б. М., Сова, Н. В., Савчук, А. П., Лімаз, Я. Є. Циклічна вторинна переробка полівінілхлориду // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2023) : тези доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 25–26 травня 2023 р.) : у 2 т. Т. 1. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – С. 330. Особистий внесок автора полягає у проведенні аналізу наукових джерел, присвячених фізичній модифікації та циклічній переробці ПВХ, формуванні концепції дослідження, підготовці експериментальної частини, узагальненні результатів, формуванні висновків та участі у підготовці матеріалів до публікації

Апробація результатів дослідження.

Основні результати дисертаційних досліджень представлялись на міжнародних та всеукраїнських конференціях: XII Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» 26 – 27 травня 2022 року, м. Чернігів; Всеукраїнська наукова конференція "Освіта для сталого майбутнього: екологічні, технологічні, економічні і соціокультурні питання" 18 жовтня 2023 р. Київ, Україна; XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 25-26 травня 2023 року); V Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні полімерні матеріали і технології» 24-28 вересня 2024 р. Львів, Україна; VI-й студентський сателітний регіональний симпозіум Міжнародного Електрохімічного Товариства (ISE) «Перспективні матеріали та процеси в технічній електрохімії» 22 травня 2024р. Київ, Україна; XIV Міжнародна науково-практична web-конференція «Композиційні матеріали», 24-25 квітня 2025р; AMES Scientific Conference Estonia 2025 Scientific research driving societal transformation and sustainable future development, December 18, 2025.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертація та автореферат написані грамотно, у науковому стилі, з використанням чіткої термінології та логічною структурою викладу. Стил подання матеріалу забезпечує доступність і легкість сприйняття основних наукових положень, результатів та висновків. Усі розділи оформлено відповідно до вимог щодо мови, структури та стилістики наукових робіт, що свідчить про належний рівень підготовки дослідження до захисту.

Загальний висновок:

Вважати, що дисертаційна робота Савчука Андрія Петровича «Фізична модифікація в технологічних процесах переробки полівінілхлориду», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за актуальністю, ступенем новизни, науковим

рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п. 5-9 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), вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», та відповідає напрямку освітньо-наукової програми Київського національного університету технологій та дизайну за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Рекомендувати дисертаційну роботу Савчука Андрія Петровича на тему «Фізична модифікація в технологічних процесах переробки полівінілхлориду», подану на здобуття ступеня доктора філософії до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Завідувач кафедри ХТР

Вікторія ПЛАВАН

