

## **ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОВТОРНОЇ ПЕРЕРОБКИ ПВХ**

**Н. В. СОВА, А. П. САВЧУК**

*Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Мала Шияновська 2,  
Київ, 01011, [djanc@ukr.net](mailto:djanc@ukr.net), [a.savchuk@pvh.com.ua](mailto:a.savchuk@pvh.com.ua)*

Робота присвячена аналізу питання переробки відходів полівінілхлориду. Розглянуто основні способи, їх переваги та недоліки.

*Ключові слова:* полівінілхлорид, вторинна переробка, пластикат, вініпласт, технологічні добавки.

Полівінілхлорид (ПВХ) є широко використовуваним видом пластику, відомим своєю довгою службовою дією та відмінними механічними, електричними, хімічними та термічними характеристиками. В залежності від методу виробництва, рецептури та технології обробки можна отримати різноманітні вироби з ПВХ: тверді і м'які, прозорі і розфарбовані у будь-який колір, вироби, придатні для експлуатації в широкому температурному діапазоні від -50 до +80 °С. У 2017–2018 роках в Європі щорічно вироблялося 5,5 мільйонів тонн ПВХ.

На основі полівінілхлориду (ПВХ) виробництво виготовляє два види пластмас – пластикат та вініпласт. Жорсткі матеріали, які не містять пластифікаторів або є частково пластифікованими, відомі під назвою "вініпласт". Вони є термопластичними конструкційними матеріалами, призначеними для виготовлення труб, зварювальних прутків та профільованих виробів. Пластикат - це пластмаса, отримана на основі пластифікованого полівінілхлориду, до складу якої вводять пластифікатори у значній кількості. Пластизолі - це колоїдні дисперсії ПВХ у пластифікаторі, де частка пластифікатора становить від 30% до 80% [1].

Рецептури ПВХ включають в себе різноманітні добавки, які виконують важливі функції під час переробки та регулюють експлуатаційні характеристики кінцевої продукції. Ці добавки включають пластифікатори, наповнювачі, пігменти, стабілізатори від термічних впливів та ультрафіолету, модифікатори ударної міцності, антиблокуючі агенти, тощо.

Полівінілхлорид застосовується в будівництві, автомобільній сфері, трубопровідній і кабельній промисловості, а також виробництві багатьох побутових товарів. ПВХ володіє високою міцністю, довговічністю, низькою вагою і відмінною універсальністю. Цей матеріал є ідеальним для широкого спектру застосувань. Понад 75% виробництва ПВХ використовується в промисловому секторі, зокрема в будівництві, де вироби з ПВХ мають дуже тривалий термін служби, перевищуючи 10 років [2].

Широке застосування ПВХ створює проблему з накопичення відходів, що потребують переробки чи утилізації. Відходи ПВХ розділяються на дві основні категорії: відходи перед використанням і відходи після використання. До відходів перед використанням належать як виробничі, так і монтажні відходи. Виробничі відходи включають залишки виробництва, наприклад, відходи від екструзійного формування, а також вирізки і відходи від виробництва листів і профілів. Більше 80% складають відходи після використання, або, так звані, відходи споживання, які часто розосереджені серед інших відходів, забруднені і створюють певні труднощі при організації їх переробки.

Доля відходів ПВХ, які потрапляють на смітники, піддаються спалюванню та переробці механічним і хімічним методами, становить відповідно 36,0%, 9,3%, 25,5% та 0,8%. Проте сміттєзвалища є джерелом забруднення навколишнього середовища і займають значну площу. Крім того, у разі спалювання відходів ПВХ можуть виділятися в атмосферу вуглекислий газ і хлоридна кислота, а також можуть утворюватися поліхлоровані діоксини та фурани, а залишки часто містять важкі метали і вважаються небезпечними відходами [3-4].

Існують два основні методи переробки відходів ПВХ - механічний та хімічний. Механічний метод включає збір, сортування та подальшу обробку відходів для виготовлення вторинної сировини, яка може замінити первинну ПВХ-суміш. Проте існують обмеження у переробці, пов'язані зі складністю збору відходів та інфраструктурою.

Хімічний метод дозволяє розщепити полімерні ланцюги ПВХ та отримати початкові мономерні, які можна використовувати для виробництва нових пластикових матеріалів. Проте цей метод супроводжується вивільненням хлору, що може бути небезпечним.

Однак розв'язанням проблеми переробки ПВХ може стати використання принципів циркулярної економіки. Це включає в себе ефективне використання добавок на початковому етапі виробництва, сучасну модифікацію та налагоджене сортування відходів, що сприяє розв'язанню цієї проблеми [5-7].

Основні проблеми повторної переробки полівінілхлориду включають насамперед складність збору та сортування. Так ПВХ-відходи можуть включати різні типи та форми, що робить їх складними для збору та сортування. Наявність інших матеріалів у сумішах може ускладнити процес переробки. Також наявність різних рецептур та форм ПВХ може призвести до відсутності єдиної стандартизації процесу переробки.

У випадку некоректного спалювання ПВХ може виділятися хлор та інші шкідливі речовини, що наносять значну шкоду навколишньому середовищу.

Якщо розглядати перспективи повторної переробки ПВХ, то варто відмітити, що розвиток нових технологій дозволить більш ефективно переробляти ПВХ-відходи та знизити вплив на навколишнє середовище. Впровадження єдиної системи збору та сортування ПВХ-відходів спростить процес переробки. Підвищення обізнаності про користь повторної переробки ПВХ сприятиме більш активному залученню споживачів та виробників.

Урядові стимули та регулятивні заходи можуть підштовхнути підприємства до більш активної участі у програмах повторної переробки ПВХ. Розвиток та використання біорозкладаючих матеріалів та альтернативних пластиків може зменшити використання ПВХ та, відповідно, проблеми, пов'язані з його переробкою. Розвиток ринків для

вторинної сировини з ПВХ може підштовхнути підприємства до збільшення обсягів переробки.

### **Висновки**

Загалом, вирішення проблем переробки ПВХ вимагає комплексного підходу, включаючи технологічний розвиток, регулювання та співпрацю всіх зацікавлених сторін, зокрема виробників, споживачів і уряду.

### **Література**

1. Liu, Y., Zhou, C., Li, F., Liu, H., & Yang, J. (2020). Stocks and flows of polyvinyl chloride (PVC) in China: 1980-2050. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104584.
2. Buekens, A., & Cen, K. (2011). Waste incineration, PVC, and dioxins. *Journal of material cycles and waste management*, 13, 190-197.
3. Seike, T., Isobe, T., Harada, Y., Kim, Y., & Shimura, M. (2018). Analysis of the efficacy and feasibility of recycling PVC sashes in Japan. *Resources, conservation and recycling*, 131, 41-53.
4. Zhang, F., Wang, F., Wei, X., Yang, Y., Xu, S., Deng, D., & Wang, Y. Z. (2022). From trash to treasure: Chemical recycling and upcycling of commodity plastic waste to fuels, high-valued chemicals and advanced materials. *Journal of Energy Chemistry*, 69, 369-388.
5. Zhao, X., Korey, M., Li, K., Copenhaver, K., Tekinalp, H., Celik, S., ... & Ozcan, S. (2022). Plastic waste upcycling toward a circular economy. *Chemical Engineering Journal*, 428, 131928.
6. Ciacci, L. U. C. A., Passarini, F. A. B. R. I. Z. I. O., & Vassura, I. V. A. N. O. (2017). The European PVC cycle: In-use stock and flows. *Resources, Conservation and Recycling*, 123, 108-116.
7. VinylPlus, 2022. Progress Report. Reporting on 2021 Activities.