



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції  
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference  
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.303277>

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ ВИРОБНИЦТВА ПЕТ ПЛЯШОК

Володимир ГМИРЯ, Юрій САМАРЦЕВ

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського  
Берестейський проспект, 37, Україна, м. Київ 03056, Україна  
e-mail: [vova.gmyria@gmail.com](mailto:vova.gmyria@gmail.com)

### Анотація

У статті розглядається важливість переходу на більш екологічно стійкі матеріали для виробництва пакувальної продукції, зокрема поліетилентерефталат (ПЕТ). Наголошується на перевагах ПЕТ пляшок порівняно з традиційними видами упаковки, такими як менший вуглецевий слід та задоволення запитів споживачів щодо екологічності. Описуються основні етапи виробництва ПЕТ пляшок та необхідність чіткого контролю параметрів процесу, особливо температури. Представлено комплексну систему вимірювання температури з набором датчиків, комутатором, мікросхемами обробки даних та екраном для моніторингу. Обґрунтовано важливість розрахунку фізичних величин ПЕТ преформи, зокрема товщини стінки, перед нагріванням для забезпечення належної якості кінцевого виробу. Наведено структурну схему системи вимірювання цих параметрів з відповідними компонентами. Підкреслюється, що впровадження таких сучасних автоматизованих систем моніторингу створює надійну основу для високоякісного екологічно безпечного виробництва ПЕТ пляшок.

**Ключові слова:** поліетилентерефталат, ПЕТ пляшки, екологічна стійкість, контроль температури, вимірювання параметрів, товщина стінки преформи, автоматизована система моніторингу, виробництво упаковки.

### ВСТУП

В умовах зростаючої екологічної свідомості та кліматичних викликів виробники пакувальних матеріалів все частіше звертаються до альтернативних рішень, більш дружніх до навколишнього середовища. Одним з таких матеріалів є поліетилентерефталат (ПЕТ) [1], який витісняє традиційні види упаковки на основі металів, скла чи менш екологічних видів пластику. Перехід на ПЕТ пляшку дозволяє суттєво зменшити вуглецевий слід підприємств та задовольнити запити споживачів щодо екологічності продукції.

В цілому існує декілька основних типів полімерних матеріалів для виробництва пластикової тари, кожен з яких має свої характеристики та сфери застосування. Поліетилентерефталат (ПЕТ) вирізняється високою міцністю, прозорістю, стійкістю до проникнення газів та хімічних речовин. Саме тому він є оптимальним рішенням для упаковки харчових продуктів, напоїв та деяких інших видів промислової продукції. ПЕТ забезпечує надійний захист вмісту від впливу зовнішніх факторів та хімічну інертність при контакті з їжею, гарантуючи її безпечність.

Полівінілхлорид (ПВХ) [2] також міцний матеріал, проте менш прозорий і більш гнучкий у порівнянні з ПЕТ. Він широко застосовується для виготовлення жорстких контейнерів,

плівок тощо. Поліпропілен (ПП) [3] характеризується легкістю та витримує високі температури, тому підходить для гарячих рідин. Поліетилен (ПЕ) [4] використовується для виробництва гнучкої плівкової упаковки та пакетів.

Таким чином, серед усіх видів пластику ПЕТ вирізняється оптимальним балансом фізичних характеристик, безпечності та екологічності, що робить його ідеальним матеріалом для харчової та машинобудівних промисловості.

### **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ**

Переведення виробництва на ПЕТ пляшки дозволяє знизити екологічний вплив підприємств та відповідати вимогам споживачів стосовно екологічної сталості [5].

Виробництво ПЕТ пляшок складається з кількох етапів. Спочатку ПЕТ гранули екструдуються за високих температур у вигляді трубки - преформи. Потім преформа надувається стисненим повітрям або інертним газом до потрібної форми пляшки чи іншого контейнера. На завершальній стадії відбувається охолодження та затвердіння виробу [6].

Для забезпечення високої якості та стабільності виробництва необхідно чітко контролювати всі параметри процесу - тиск, температуру, швидкість, часові інтервали тощо [7].

З метою створення надійної системи контролю параметрів виробництва ПЕТ тари розроблено комплексну систему вимірювання температури в процесі збору даних та управління процесом.

Структурна схема системи вимірювання температури наведена на Рис. 1.



**Рис. 1.** Структурна схема системи вимірювання температури  
*НДТ – набір датчиків температури; КМ – комутатор каналів вимірювання температури; МОВД – мікросхема обробки вхідних даних; МКО – мікросхема кодування та обробки; ЕКР – екран*

Структурна схема такої системи містить набір датчиків температури (НДТ) - датчики розміщені у відповідних місцях вимірювання температури для забезпечення розподілу температурного поля згідно вимог технологічного процесу. Вони перетворюють теплову енергію на електричні сигнали. Потім комутатор каналів вимірювання температури (КМ) забезпечує послідовне підключення кожного датчика з набору НДТ до наступних схем для зчитування показників. Мікросхема обробки вхідних даних (МОВД) - приймає електричні сигнали від датчиків через комутатор КМ і виконує їх первинну обробку. Мікросхема кодування та обробки (МКО) - отримує попередньо оброблені сигнали від МОВД і здійснює їх кодування (перетворення в цифрову форму) та подальшу цифрову обробку для визначення фактичних значень температури. Вся поточна інформація надходить на екран (ЕКР).

Згодом виходячи з результатів цих даних, оператор корегує температурне поле печі для рівномірного нагріву. Правильний температурний режим нагрівання преформ є критично важливим для забезпечення належних фізико-механічних властивостей кінцевого виробу. Надмірний або нерівномірний нагрів може призвести до деструкції полімеру, появи тріщин, нерівномірної деформації під час роздуву. Недостатнє нагрівання, навпаки, не дозволить матеріалу набути необхідної в'язкості та еластичності для формування заданої геометрії.

Розрахунок фізичних величин ПЕТ преформи перед її нагріванням має вирішальне

значення для забезпечення якісного виробництва пластикових пляшок методом видування [8]. Це пов'язано з тим, що фізичні характеристики преформи безпосередньо впливають на процес її розтягування та формування кінцевого виробу.

Однією з ключових фізичних величин, яка ретельно розраховується, є товщина стінки преформи. Від неї залежить рівномірність розподілу матеріалу в процесі видування, що гарантує однорідність товщини стінок готової пляшки. Нерівномірна товщина стінки призводить до її деформації чи навіть розриву під час розтягування.

Вимірювання параметрів ПЕТ преформи для розрахунку температурного поля, необхідного для процесу видува, проводиться за схемою, наведеною на Рис. 2.



**Рис. 2.** Структурна схема системи вимірювання фізичної величини ПЕТ преформи: *НДФВ – набір датчиків фізичної величини; КМ – комутатор; МКОУ – мікросхема керування, обробки та управління; МНТ – монітор*

Набір датчиків вимірювання параметрів фізичних величин (НДФВ) вимірює певні параметри фізичних величин, а саме товщину стінок, висоту та ширину ПЕТ преформи. Виміряні значення ід датчиків через комутатора (КМ) надходять до мікросхеми керування, обробки та управління (МКОУ). МКОУ виконує розрахунки параметрів ПЕТ преформи та формує необхідну температуру для тієї чи іншої преформи. Результати розрахунків та стан системи відображаються на моніторі (МНТ) для контролю з боку оператора.

Таким чином, система збирає дані про поточний стан ПЕТ преформи, обробляє ці дані, розраховує необхідні параметри та готує преформу до наступного етапу - нагрівання, забезпечуючи при цьому моніторинг процесу для оператора.

## **ВИСНОВОК**

В статті представлений обґрунтований підхід щодо впровадження сучасних автоматизованих систем моніторингу, створює надійну основу для високоякісного виробництва ПЕТ пляшок. Це не лише забезпечить екологічну безпеку та високі стандарти якості продукції, але й значно підвищить рівень контролю та керованості виробничим процесом, сприяючи ефективності підприємства.

## **Література**

1. Поліетилентерефталат / Вікіпедія — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Поліетилентерефталат> — 15.04.2024 р.
2. Перспективи використання мікробних біополімерів полігидроксibuтирату та полілактату / Салата А. М., Салата О. С., Федун Н. О., Васильченко О. А.
3. Електроактивні полімерні матеріали / Юрженко Максим Володимирович — 2013. – С. 102-105.
4. Поліетилен PE-1000: Надійний матеріал для різноманітних застосувань — Режим доступу: <https://plastiki.com.ua/polietilen-pe-1000-nadijnij-material-dlja-riznomanitnih-zastosovan> — 22.04.2024 р.
5. 5 причин використовувати ПЕТ сировину для виробництва нової продукції — Режим доступу: <https://vtorma.ua/ua/vikoristannya-pet-sirovinu-dlya-virobnitstva-pererobnikiv/> —

23.04.2024 р.

6. Технологія виробництва пластикових пляшок — Режим доступу: <https://dzp.com.ua/articles/tekhnohiiia-vyrobnytstva-pet-pliashok> — 15.01.2023 р.

7. Автоматизація процесів виробництва ПЕТ-тари / Автоматизація в промисловості. Режим доступу: [https://avtprom.ru/articles/avtomatizaciya\\_processov\\_proizvodstva\\_pet\\_tary/](https://avtprom.ru/articles/avtomatizaciya_processov_proizvodstva_pet_tary/) — 25.04.2024 р.

8. Новий підхід до розв'язання задачі моніторингу активності параметрів процесу виробництва ПЕТ-пляшок / Беляєв Ю. Б., Івашук В. В., Васьків М. В. — 25.04.2024 р.

### **AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROLLING PET BOTTLE PRODUCTION PARAMETERS**

***Volodymyr GMYRIA***

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine

<https://orcid.org/0009-0002-0979-2019>

***Yuriy SAMARTSEV***

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-6762-0090>

**DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.303277>**

**Keywords:** *PET bottles, environmental sustainability, temperature control, parameter measurement, preform wall thickness, automated monitoring system, packaging production, polyethylene terephthalate.*

#### **Abstract**

The article discusses the importance of transitioning to more environmentally sustainable materials for packaging production, particularly polyethylene terephthalate (PET). It emphasizes the advantages of PET bottles over traditional packaging types, such as a lower carbon footprint and meeting consumer demands for eco-friendliness. The main stages of PET bottle production are described, along with the necessity for precise control of process parameters, especially temperature. A comprehensive temperature measurement system with a set of sensors, a switching unit, data processing microchips, and a monitoring screen is presented. The importance of calculating the physical properties of the PET preform, particularly wall thickness, before heating is justified to ensure the proper quality of the final product. A structural scheme of the system for measuring these parameters with corresponding components is provided. The article highlights that the implementation of such modern automated monitoring systems creates a reliable foundation for high-quality and environmentally safe PET bottle production.