

ПРОЦЕСИ ВІДХОДОУТВОРЕННЯ В ТАРНО-ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ ТА МЕХАНІЗМИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

© А. С. Морозов, к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**В статье рассмотрены процессы отхообразования
в тарно-упаковочных материалах и механизмы
их реализации.**

**In the article is considered process of wasteformation
on the container-packing materials and mechanism
of their realization.**

Постановка проблеми

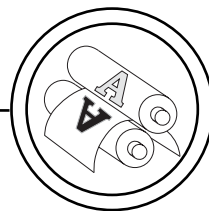
У наш час важко собі уявити, що на початку минулого століття пластикових виробів не існувало взагалі, і майже всі промислові вироби, включаючи пакування, виготовлялися з органічних матеріалів. На жаль, десь в середині минулого століття людство пережило революцію синтетичних матеріалів, після якої пластик за мить замінив більшість інших матеріалів. Це було викликано, в першу чергу тим, що пластикові вироби виявилися надзвичайно ефективними, а їх виробництво — порівняно недорогим і практичним.

Однак, не зважаючи на усі свої привабливі властивості, пластик має ряд недоліків. Серед них виділяють два основних: по-перше, пластикові вироби виготовляються з невідновлювальних ресурсів — нафти, вугілля, газу, а по-друге, довговічність пластика, яка дуже довго вважалася перевагою, обернулася в головний недолік і зараз загрожує екології. З кожним роком споживання пластмаси зростає, а разом з цим

зростають і гори відходів, що не розкладаються, забруднюючи навколишнє середовище. За таких умов дуже актуалізувалася проблема прогнозування мінімізації відходів, направлених на розширення повторного використання ресурсів, вторинної сировини, що забезпечує зниження собівартості виготовлення продукції. Таким чином, ряд важливих питань, пов'язаних з цим напрямком, потребують подальшого вивчення і систематизації.

Аналіз попередніх досліджень

Проблеми відхоутворення при виробництві будь-якої продукції в суттєвій мірі залежить від енергетичної цінності всіх матеріальних потоків, приймаючих участь в процесі виробництва. Об'єктивний вплив якості використаної енергії на процеси відхоутворення в реальних виробничих системах в значній мірі перекошується впливом суб'єктивних суспільних відношень. В багатьох працях [1–4] розглядаються окремі причини



відходоутворення, вивчаються кількісні та якісні закономірності, дозволяючи використовувати їх у якості інструментарію для управління процесами утворення відходів з ціллю мінімізації у джерелі виникнення. Проте, варто відзначити, що теоретичні аспекти природи виникнення і співіснування з навколишнім середовищем, зокрема тарнопакувальних відходів, розкриті недостатньо.

Тож дослідження всіх складників цих аспектів є актуальним завданням.

Мета роботи

Опрацювання існуючих тенденцій оптимізації переробки відходів пакування з метою направлення цих досліджень в системне русло.

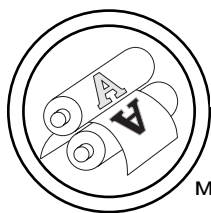
Результати проведених досліджень

Розробка «ідеальних» ресурсозберігаючих технологій передбачає не тільки економію витратних матеріалів та енергетичних ресурсів, які є для неї супутніми, але і утилізацію відходів, які утворюються [5]. Оскільки будь-яка штучна технологія на стадії проектування повинна починатися з умовного управління відходами, розглянемо декілька видів біодобавок, що у майбутньому мають можливість стати альтернативою пластику [табл.].

Eco-pla — особливий полімер, що виготовляється з поновлюваних сільськогосподарських ресурсів: зернових і цукрового буряка. В його основі лежить рослинний цукор. Розроблений полімер має гарну прозорість,

Найбільш застосовувані сучасні біодобавки

Матеріал	Розкладання	Переваги	Способи застосування
Eco-pla	45 діб	виготовляється з поновлюваних сільськогосподарських ресурсів: зернових і цукрового буряка	пакувальні плівки, тверді контейнери
Solanyl	12 тижнів	має основу з крохмалю та відходів кукурудзи і картоплі	плівки, обгортки
Eastar BioCOPE	з тією ж швидкістю, з якою розкладається звичайна газета	має напівкристалічну основу, гарні властивості прозорості	харчова упаковка, мішки, пакети
Mater-Bi	здатний до біорозкладання у гарячій і холодній воді	основа — полівініловий спирт, фізичні характеристики плівки кращі, ніж з полівінілхлориду та поліетилену	пакувальна плівка



міцність, вологостійкість і також, як і ПЕТ, не пропускає запахи. Можлива сфера застосування — це різні пакувальні плівки, тверді контейнери і навіть покриття. Фахівці компанії стверджують, що упаковка з PLA-полімеру здатна повністю розкладатися протягом сорока п'яти діб за умови створення відповідної структури компостування [6].

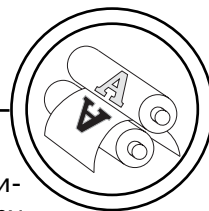
Solanyl-біополімери на основі крохмалю з відходів кукурудзи і картоплі; за своїми фізико-механічними характеристиками цей матеріал близький до поліпропілену і полістиролу. У компості він розкладається менш ніж за 12 тижнів, при цьому час повного розкладання залежить від складу, технології отримання і зовнішнього середовища [7].

Новітні технології використала американська корпорація Metabolix, що концентрує свої зусилля на РНА, матеріалі зі складною структурою, виробленому за допомогою розробленої компанією трансгенної технології. Ця технологія дозволяє виробляти РНА безпосередньо, шляхом використання процесів фотосинтезу, або ж опосередковано, через ферментацію цукрів. Полімер РНА представляє собою висококристалічний термопластик, схожий за властивостями з поліпропіленом, включаючи однакову точку плавлення, межу міцності на розрив, температуру склеювання і саму кристалічність. Передбачається, що цей матеріал стане застосовуватися на ринку упаковки для фастфудів або в якості одноразової упаковки різних медичних препаратів [8].

Так, американська компанія Easten Chemical нещодавно приступила до виробництва складного полієфіру Eastar Bio COPE. Його також передбачається використовувати як харчову упаковку, у виробництві мішків і пакетів для садівничого і сільськогосподарського призначення. Матеріал має напівкристалічну основу, гарні властивості прозорості, а його бар'єрні характеристики що до кисню вище, ніж у поліетиленової плівки. При розкладанні цей вид упаковки розкладається на діоксин вуглецю, біомасу та воду — з тією ж швидкістю, з якою розкладається звичайна газета [6].

Після дванадцяти місяців роботи дослідники з державного університету Кампінас, Сан-Паулу, знайшли унікальний матеріал для їстівної липкої плівки — борошно амаранту (поживний хлібний злак, який вирощувався в Південній Америці). Одна з учасниць дослідження, Флоренсія Сесія Менегаллі, стверджує: «Наша липка пакувальна плівка переробляється біологічними методами, тобто може розкладатися під впливом мікроорганізмів, недорого і має властивості, які дозволяють зберігати свіжі фрукти і овочі значно довше, ніж зазвичай. До того ж у неї немає власного смаку» [9].

Фірма BASF випустила плівки COPE і Ecoflex, які володіють технологічними властивостями, аналогічними поліетилену низької щільності (LDPE). Плівки Ecoflex мають високий ступінь опору проколу і водонепроникності. При цьому вони, на відміну від поліетиленової плівки, повітропроникні.



Швейцарська фірма Du Pont оголосила про комерційне виробництво матеріалу Biomax, що представляє собою гідробіорозкладаємий полієфір. Володіючи властивостями звичайного поліетилентерефталату, він лише трохи дорожче у виробництві в порівнянні зі своїм хімічним аналогом [6, 8].

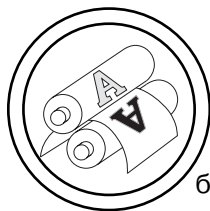
Серед інших виробників, що пропонують нестандартні розробки матеріалів для біоупаковки, виділяються такі компанії, як італійська фірма Novamont Spa і англійська компанія Environmental Polymers Group (EPG). Італійці створили і запустили у виробництво чотири композиції матеріалу марки Mater-Bi, нетоксичного поліацеталу на основі крохмалю. Англійці працюють над створенням особливого типу полівінілового спирту, який здатний до біорозкладання у гарячій і холодній воді. Цей матеріал передбачається використовувати для виробництва пакувальної плівки методом екструзії з роздуванням. Пропонована компанією EPG технологія включає два моменти: запатентовану технологію екструзії і власні розробки біодеградантів на основі полівінілового спирту (PVON). При цьому представники компанії повідомляють, що властивості виготовленої пакувальної плівки будуть відповідати або навіть перевищувати фізичні характеристики плівки з полівінілхлориду та поліетилену, а за своєю вартістю зможуть конкурувати з іншими біоматеріалами [10].

Ряд компаній вже зараз пропонують матеріали, в яких можна регулювати параметри біо-

розкладання. Наприклад, британська компанія Symphony Environment Ltd випустила на ринок біополімер на поліетиленовій основі, в якому ступінь розкладання контролюється особливими добавками. У залежності від кількості та якості з попередньо доданими речовинами повне розкладання упаковки може змінюватись в термінах від трьох місяців до п'яти років.

Упаковка харчових продуктів в Україні в останні часи розвивається дуже активно, швидко наздоганяючи світовий рівень, при якому вона конче потрібна і виробництву, і торгівлі, і споживачу. Традиційні матеріали упаковки удосконалюються, поєднуються з новими, народжуючи нові багат шарові матеріали упаковки — більш сучасні та високоякісні, широко застосовуються нові наукові та технологічні досягнення по покращенню властивостей матеріалів, що дозволяє зменшити товщину та вагу упаковки, створюються нові конструкції тари багаторазового використання. Але, на жаль, при цьому відходи харчової упаковки вносять все більш вагомий внесок у 600 млн. т відходів, які щорічно накопичуються в Україні [11].

Світове виробництво упаковки складає 1350 млн. т на рік, продовжує стрімко розвиватися і за прогнозами світових професіоналів у найближчі роки структура використання пакувальних матеріалів складатиме: картон та папір 42–50 %, полімери 30–40 %, метали 10–15 %, скло 5–10 %. До 2040 року світовий об'єм виготовлення упаковки



буде збільшуватись із щорічним приростанням по металу на 1,2 %, картону і паперу на 1,3 %, склу на 1,8 %, полімерам на 4 %, тому зрозумілим є занепокоєння людства, що з усім цим робити після використання продуктів (рис. 1) [12].

В Україні ця проблема є гострою, бо тільки близько половини населення охоплене муніципальним обслуговуванням сміттєзбору, 66 % сміттєвідвалів відносяться до розряду несанкціонованих, а 90 % санкціонованих працюють в режимі перенавантаження. З 2267 сміттєзбірних полігонів тільки 290 відповідає санітарній нормі. Щорічно в житлофонді міст та селищ міського типу накопичується близько 11 млн. т твердих побутових відходів, з яких понад 50 % приходить на таро-пакувальні матеріали.

Окремо треба сказати про вторинне використання відходів і ширше використання багаторазових упаковок. Лідером вторинного використання упаковки у світі є Німеччина, де загальний рециклінг перевершує 70 %, у тому числі: папір і картон 90 %;

скло 82 %; полімери 60 %; біла жерсть 64 %; комбіновані матеріали 51 % (рис. 2).

Перспективним напрямком утилізації є переробка відходів полімерів у штучне рідке дизельне паливо, гас і бензин. Відповідні технології вже розроблені, причому в Німеччині та Японії ціни на таке паливо виходять нижчими, ніж на паливо з нафти. Миколаївські науковці разом з НВП «Екотехнологія» вже розробили високорентабельний енерготехнологічний комплекс, де відходи полімерів переробляються на рідке паливо, на якому працює газотурбінна електростанція. В умовах екологічної безпеки водночас вирішується проблема утилізації відходів і отримання енергії [13].

Найбільш вдалий варіант адміністрування в галузі управління природокористуванням був досягнутий в США, де утворена раціональна фіскально-адміністративна система обмежень для підприємств та суб'єктів — забруднювачів навколишнього середовища. До адмініструючих функцій управління

затрата матеріалів на виготовлення 1 тони середньостатистичної упаковки

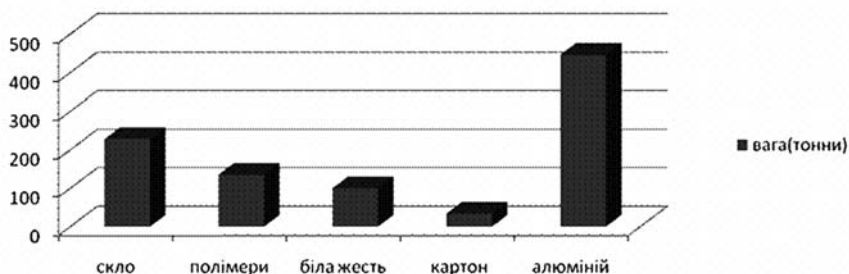
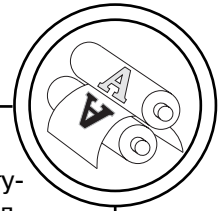


Рис. 1. Діаграма витрат матеріалів



природокористуванням відносяться, зокрема, встановлення граничних і поточних нормативів на забруднення, угодою між державною владою, яка представляє інтереси усіх мешкаючих на території, з одного боку, і підприємствами-забруднювачами — з другого [14].

Організаційно-правові методи підходу до управління елементами природокористування засновані на юридичному регулюванні відносин у галузі природокористування і всесторонній проробці державних заходів та умов співіснування тих, хто забруднює навколишнє середовище.

У тих самих Сполучених Штатах Америки існує трьохрівнева система правового управління — федеральне національне Агентство, центральні агентства штатів і місцеві природоохоронні агентства. Перші з них відповідають за політику природоохоронної діяльності, визначають основні концептуальні напрямки. Другі визначають політику обмежень на забруднення для усіх, хто цьому сприяє, стягують штрафи за перевищення заданих нормативів. Місцеві аген-

ства здійснюють функції інспектування, контролю за діяльністю підприємств, спостерігають за можливими порушеннями у галузі забруднення навколишнього середовища в самих різноманітних виявленнях [15].

Японська економічна система дозволяє реалізувати можливості для підприємств частково звільнитися від непродуктивних витрат на цілі природоохоронної діяльності за рахунок того, що державна система має можливості здійснювати самостійне цільове фінансування цієї діяльності шляхом перерозподілу національного прибутку з пріоритетом на екологічні заходи і, в свою чергу використовуючи фінансово-економічний вплив, примушує займатися такою діяльністю приватні фірми. Зокрема, держава увела в дію правило погодження розміру прибутку підприємства з викидами в навколишнє середовище. Механізм такого узгодження слідує наступний. На початковому етапі визначають відносний рівень певного виду забруднення

$$\varepsilon = P/S,$$

зменшення відходів у відсотках

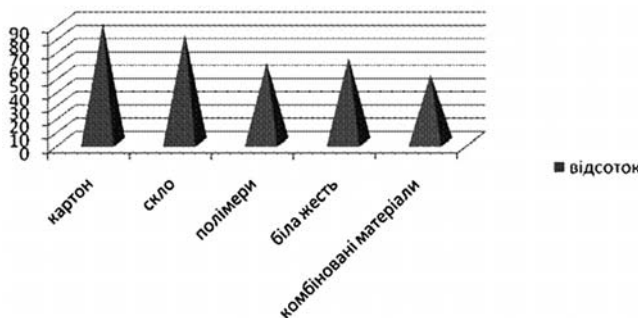
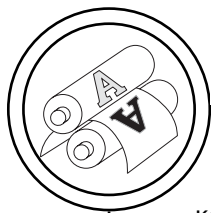


Рис. 2. Зменшення відходів у відсотках шляхом рециклінгу



де P — планове значення концентрації даного виду забруднення (максимально допустиме значення); S — фактичне значення концентрації даного забруднення.

Якщо $\varepsilon < 1$, це означає перевищення викидів по відношенню до нормативних для даного підприємства. Умова $\varepsilon = 1$ означає, що підприємство дотримується доведених до нього норм по шкідливим викидам, а умова $\varepsilon > 1$ означає, що підприємство тримає власні викиди нижче планових.

Висновки

Таким чином, оптимізація ресурсопотоків відходоутворення будь-якого виробництва є однією з найбільш значущих завдань у галузі управління природокористуванням. У тому числі, в галузі прогнозування динаміки розвитку ресурсної бази промислових регіонів і міст. Враховуючи, що відходи можуть скласти суттєву частину ресурсного потенціалу, ця задача стає актуальною.

1. Данилова Т. Г. О природе отходообразования в производственных системах / Т. Г. Данилова, В. С. Волошин // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Сб. наук. пр. — Маріуполь, 2000. — Вип. 10. — С. 281—284.
2. Екологія і природокористування. Збірник наукових праць інституту проблем природокористування та екології НАН України. — Дніпропетровськ, 2001. — Вип. 3. — 270 с.
3. Экотехника / Под ред. Л. В. Чекалова. — Ярославль : Русь, 2004. — 423 с.
4. Буянов В. П. Рискология. Управление рисками / В. П. Буянов, К. А. Кирсанов, Л. А. Михайлов. — М. : Экзамен, 2001. — 384 с.
5. А. С. Морозов. Методологічні та еколого-економічні аспекти існування технологічних систем утилізації відходів, зокрема поліграфічних / А. С. Морозов, Ю. М. Колесник // Технологія і техніка друкарства. — 2010. — № 4. — С. 169—181.
6. Биоразлагаемые полимерные упаковочные материалы [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL: <http://www.unipack.ru/1529/>. — Назва з екрану.
7. Биоразлагаемые полимерные упаковочные материалы [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL: <http://www.betech.ru/apress/art/3.html>. — Назва з екрану.
8. Экологические аспекты упаковки [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL: <http://www.calculate.ru/book/ecology.2.html>. — Назва з екрану.
9. На пути к биоразлагаемой упаковке [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL: <http://pruroda.in.ua/blog/biopolimery/>. — Назва з екрану.
10. Разложение пластика — есть ли выход из тупика? [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL: <http://tamromechanika.ru/materials/substrat/2.html>. — Назва з екрану.
11. Соколов О. Д. Матеріалознавчі проблеми харчового обладнання та упаковки / О. Д. Соколов, О. М. Слободанюк // Наукові праці ОДАХТ. — 2001. — Вип. 22. — С. 195—198.
12. Кривошей В. М. Упаковка в нашому житті // Упаковка. — 2000. — № 6. — С. 7—9.
13. Волошин В. С. Природа отходообразования. — Маріуполь : Рената, 2007. — 667 с.
14. Горстко А. Б. Модели управления эколого-экономическими системами / А. Б. Горстко, Ю. А. Домбровский, Ф. А. Сурков. — М. : Экономика, 1994. — 120 с.
15. Реймерс Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды. Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. — М. : Просвещение, 1992. — 318 с.

Рецензент — Ю. П. Мамонов, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 29.03.11