

© Т. Ю. Киричок, д-р техн. наук, проф., О. В. Назаренко, аспірантка, О. І. Бараускене, канд. техн. наук, доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

### ФОРМУВАННЯ ЗНОШЕНОСТІ ПЛАСТИКОВИХ КАРТОК

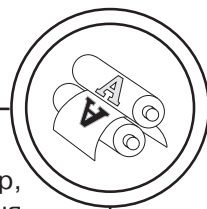
Використання, і, відповідно, виробництво пластикових карток, незважаючи на зростання частки електронних платежів та платежів з використанням мобільних пристроїв, постійно зростає. Разом з тим підвищуються вимоги до їх якості, в тому числі до зносостійкості. Для розроблення технологічних процесів виготовлення якісних, зносостійких карток необхідно застосовувати процеси штучного зношування, які б в свою чергу ураховували максимальну кількість факторів, явищ та процесів, що відбуваються з різними типами карток протягом їх життєвого циклу. Врахувавши описані у нашому дослідженні фактори та впливи на картки, можливо удосконалити процеси штучного зношування карток задля цілеспрямованого удосконалення і зменшення ризиків та чинників електромагнітного впливу на картку у звичайному житті.

**Ключові слова:** пластикова картка; життєвий цикл; фактори зношування; джерела впливу; термін служби картки; зносостійкість.

#### Постановка проблеми

Використання, і, відповідно, виробництво пластикових карток, незважаючи на зростання частки електронних платежів та платежів із застосуванням мобільних пристроїв, постійно зростає. Разом з тим підвищуються вимоги до їх якості, в тому числі до зносостійкості. Для підвищення терміну служби пластикової картки необхідно розуміти, які саме фактори та чинники впливають на її зношування. Для розроблення технологічних процесів виготовлення якісних, зносостій-

ких карток необхідно застосовувати процеси штучного зношування, які б ураховували максимальну кількість факторів, явищ та процесів, що відбуваються з різними типами карток протягом їх життєвого циклу. Основними факторами, що мають значний вплив є навколишнє середовище, умови зберігання та використання, засоби зчитування персоналізованої інформації. Основний вплив на застосування пластикових карток мають два чинника: старіння та використання.



### Мета роботи

Аналіз факторів, які впливають на зношування пластикових карток на всіх етапах життєвого циклу продукції задля визначення методів випробовування пластикових карток.

### Результати проведених досліджень

Застосувавши підходи, описані нами раніше стосовно інших поліграфічних виробів [1], можемо запропонувати термінологію для використання процесів забезпечення зносостійкості пластикових карток.

Життєвий цикл продукції — це сукупність взаємопов'язаних процесів створення і послідовної зміни стану продукції від формування вихідних вимог до неї до закінчення її експлуатації або споживання, в тому числі, утилізація.

Зносостійкість пластикової картки — здатність чинити опір зношуванню в процесі життєвого циклу картки чи в певних умовах виробничих випробувань.

Зношування пластикової картки як процес — поступова зміна під дією низки чинників властивостей картки, внаслідок чого відбувається втрата (повна чи часткова) цих властивостей через перебування в обігу чи в певних умовах випробувань.

Зношування пластикової картки як результат — стан зміни властивостей картки, внаслідок чого відбувається втрата (повна чи часткова) властивостей через перебування в обігу чи в певних умовах випробувань [1].

Старіння — параметр, що залежить від часу життєвого циклу продукції.

Використання — параметр, що залежить від навантаження на картку [2].

Життєвий цикл пластикової картки включає в себе низку процесів, які і формують властивості карток.

Дослідно-конструкторські роботи включають в себе підготовку технічної документації, необхідної для виготовлення продукту та безпосередньо розробки дизайну.

Технологічне підготовлення виробництва — підбір матеріалів, визначення технології виробництва та обладнання, на якому безпосередньо буде вироблятися картка.

Виробництво продукції найбільш трудомісткий етап життєвого циклу продукту.

Життєвий цикл пластикової картки, наведений на рис. 1, включає в себе низку процесів, які і формують властивості карток.

Розглядаючи окремо кожен з етапів життєвого циклу пластикової картки, можна зробити висновок, що найбільший вплив на її зношування відбувається на етапі експлуатації користувачем (зчитування картки в банкоматах та рідерами на касі, носіння картки в гаманцях та кишенях) [3, 4].

У процесі використання на пластикові картки діють різноманітні фактори, котрі тою чи іншою мірою спричиняють їх зношування. При аналізі цих факторів використано підходи, які були запропоновані у роботі [1] та розроблено їх класифікацію за основними напрямками (рис. 2).

При аналізі факторів, що впливають на зношуваність пластикової картки їх можна класифікува-



ти за певними ознаками. За тривалістю впливу фактори, що можуть діяти протягом всього часу використання (постійно) або тимчасово (одноразово чи багаторазово) [1].

За областю впливу на поверхню пластикової карти вирізняють суцільні фактори, що впливають на всю поверхню одночасно та локальні пошкодження, що призводять до втрати цілісності картки на певних ділянках [4, 5].

У життєвому циклі картки на неї діють джерела небіологіч-

ного походження. Серед основних можна виокремити банкомати, рідери для зчитування персоналізованої інформації, контакт з гаманцями та кишнями користувачів.

За видом енергії, котра прикладається до пластикової картки, фактори можна поділити на механічні, хімічні, теплові, електромагнітні. Всі ці фактори діють спільно, посилюючи дію один одного.

На пластикову картку в процесі використання чиниться ме-

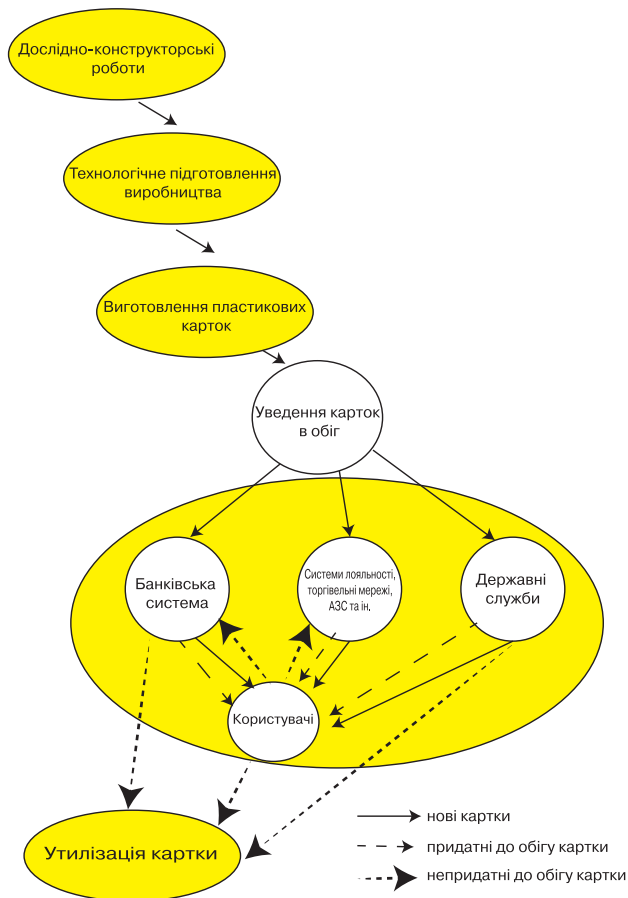
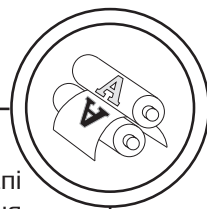


Рис. 1. Життєвий цикл пластикової картки



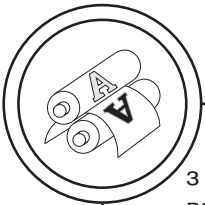
ханічний вплив різного характеру: згинання, тертя, продавлювання, злам тощо [6]. Внаслідок цього впливу порушується структурна цілісність поверхні карти, відбувається розшаровування шарів пластику тіла картки, зняття ламінаційного покриття (оверлею), виникає загальне зношування пластикової картки, котре проявляється в збільшенні кількості пошкоджень, подряпин на поверхні самої картки, порушення структурної цілісності тіла картки, порушення геометричних розмірів, відколювання крайки картки, тріщини, тощо. При цьому збільшення ступеню загального зношування пластику зменшує подальшу здатність картки опиратися механічному та іншим впливам. Значного пошкодження по-

верхня картки зазнає на етапі виробництва, а саме нанесення персоналізованої інформації [7]. Специфіка технології нанесення ембосування та кодування магнітної смуги призводить до того, що в процесі персоналізації на поверхні залишаються повздовжні смуги від проходження картки трактом обладнання. Характер пошкодження поверхні та глибина смуг значною мірою залежить від технічного стану обладнання.

Мікронерівності на поверхні картки можуть з'являються на стадії ламінації. Основною причиною їх виникнення є використання в процесі виробництва ламінаційних пластини з пошкодженою поверхнею та порушення режимів ламінування, що в підсумку призводить до утворення ділянок



Рис. 2. Класифікація факторів зношування



з порушеною структурою поверхні картки. Іншим важливим фактором зношування карток є хімічний вплив, під яким ми будемо розуміти всі процеси, що відбуваються з пластиковою картою як результат впливу хімічних речовин, органічних та неорганічних.

Ще один вид факторів (відповідно до класифікаційної ознаки «Вид енергії, що впливає») — електромагнітний, має найбільший вплив на картки з магнітною смугою та чіпом. Під дією цього фактору картка може частково або повністю втратити свої властивості. Джерелами такого впливу може бути як зчитувальне обладнання, так і сторонні джерела випромінювання, поблизу яких перебуває картка.

Переважає більшість описаних факторів зношування пластикових карток мають контактний характер впливу.

Основними факторами навколишнього середовища, що впливають на зношуваність пластикової картки є температура, відносна вологість, освітлення (відсутнє при носінні карток у гаманці чи сумці, кімнатне — при відкритому носінні картки як бейджа в приміщенні, природне освітлення — при відкритому носінні бейджа на будівельних об'єктах або гірськолижних спусках), вплив часток та хімічних речовин (пісок, пил, масло та жир, газу, сіль) [8, 9].

До факторів зберігання, що впливають на зношування карток можна віднести: фізичне навантаження на згин; тертя; стиснення.

До факторів, що впливають на зчитування на пристроях можна

віднести: вигин (тиск валика), тертя, удар (наприклад, притиснення картки до безконтактного зчитувача), забруднення пристрою для зчитування (призводить до абразивного зношування поверхні картки).

На частоту використання та тривалість експлуатації карти чинить значний вплив навантаження, яке картка має витримувати в процесі експлуатації [10]. Для отримання скорегованого профілю використовують коефіцієнт старіння (очікуваний термін служби карти в роках, не менше 1).

Урахування переважної більшості зазначених факторів зношування та видів впливу на картку дозволяє удосконалити виробничі процеси і забезпечити нормативний термін служби картки.

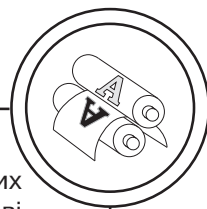
Для оцінювання терміну служби можна використовувати режими оцінки двох типів: автономні методи; оцінювальна послідовність.

Оцінку автономними методами проводять на зразках картки, а результати інтерпретують як показник експлуатаційних характеристик картки [2].

Оцінювальна послідовність складається з послідовних методів, що імітують старіння та використання, показники експлуатаційних характеристик картки після впливу.

Послідовність моделювання терміну служби складається з декількох циклів імітації, які включають в себе:

1. Методи, що імітують старіння (наприклад, вплив температури та вологості, випробовування на хімічну стійкість).



2. Методи, що імітують використання картки (наприклад, динамічний вплив на згин картки).

Якщо не обрано жодного з методів, то цикл імітації має складатися зі старіння під впливом тепла та вологості, динамічного впливу на згин [2].

Результати лабораторних випробувань можуть надати уявлення про ймовірність безвідмовної роботи картки, виготовленої з певних матеріалів за певною технологією. Під час використання карток у реальному обігу, звісно, на них діють суттєво складніші сполучення факторів впливу, ніж ті, які моделюються в лабораторних умовах. Тому довговічність карток та пластикових документів не може бути точно встановлена в лабораторних умовах, де відбувається прискорене тестування, результати якого екстраполюються лише для прогнозування ефективності функціонування протягом багатьох років.

Урахування описаних в нашому дослідженні факторів та впливів на картки дозволить удосконалити процеси штучного зношування карток задля цілеспрямованого використання певних матеріалів, технологію виробництва та персоналізацію, щоб мінімізувати ризики швидкої втрати властивостей пластикової картки при використанні у звичайному житті.

### Висновки

1. У роботі проаналізовано чинники, що призводять до швид-

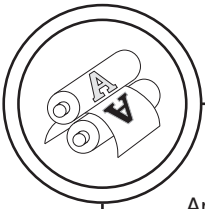
кого зношування пластикових карток у процесі обігу, на основі чого розроблено узагальнену класифікацію факторів, що впливають на зношування. Як основні класифікаційні ознаки виділено: тривалість впливу, область впливу, джерело впливу, наявність контакту з пластиковою картою, вид енергії, що прикладається.

2. Крім того, для факторів відповідно до виду енергії (механічної, хімічної, теплової, електромагнітної) розглянуто види впливу та виділено такі як скручування, згинання, злам, продавлювання (для механічної енергії), окислення (для хімічної енергії), кліматичний та термічний вплив (для теплової енергії), ультрафіолетове випромінювання, видиме світло та чинник потужних джерел електромагнітного впливу (для електромагнітної енергії).

Класифікація факторів зношування пластикових карток дозволяє систематизувати відомості щодо зношування, врахувати ці фактори на етапі технологічної підготовки виробництва та проектування технологічного процесу виготовлення, а також мають велике значення для організації подальших досліджень зношування пластикових карток. Базуючись на цих дослідженнях, можливе корегування технологічних режимів, зміна обладнання та підбір інших матеріалів, що дозволить в свою чергу підвищити термін користування картою.

### Список використаної літератури

1. Киричок Т. Ю. Зносостійкість банкотної продукції: монографія / Т. Ю. Киричок. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 308 с.



2. ISO 24789-1-2012 Identification cards — Card service life — Part 1: Application profiles and requirements.

3. Nick Nugent. High Security Identification Documents. Режим доступу: <http://platform.keesingtechnologies.com/secure-id-docs/>.

4. Вікторія Саражинська. Класифікація пластикових карток / В. Саражинська // В зб. Доповіді восьмої міжнародної конференції студентів і аспірантів «Друкарство молоде». К., 2008. С. 330.

5. Конюхова І. Пластикові картки: класифікація і технологія виготовлення / І. Конюхова, Д. Вакулич // Publishing Printing. 2005. № 5(17). С. 32–36.

6. Величко О. М. Експериментальні дослідження друкування на ПВХ-пластику / О. М. Величко, О. В. Зоренко, В. С. Саражинська // Збірник наукових праць «Кваліологія книги». Л.: УАД. 2007. № 2(12). С. 73–76.

7. Величко О. М. Пластикові картки науково-технічні аспекти поліграфічного оформлення / О. Величко, І. Кириченко, В. Саражинська, І. Синяков. [Текст]: Монографія. К.: ВПЦ «Київський університет». 2010. 156 с.

8. Rainer Rettig. Security features in composite material documents. Режим доступу: <http://platform.keesingtechnologies.com/security-features-in-composite-material-documents/>.

9. Rainer Rettig. Composite material, evolution in ID's. Режим доступу: <http://platform.keesingtechnologies.com/composite-material-evolution-in-ids/>.

10. Анализ технологии смарт-карт / М. Ф. Бондаренко, М. Г. Заросилова // Прикладная радиоэлектроника: науч.-техн. журнал. 2011. Том 10. № 2. С. 264–270.

### References

1. Kyrychok, T. Yu. (2014). *Znosostiikist banknotnoi produktsii [Wear Resistance of Banknote Products]*. Kyiv: NTUU 'KPI', 308 p. [in Ukrainian].

2. ISO 24789-1-2012 *Identification Cards — Card Service Life — Part 1: Application Profiles and Requirements* [in English].

3. Nugent, N. *High Security Identification Documents*. Retrieved from <http://platform.keesingtechnologies.com/secure-id-docs/> [in English].

4. Sarzhynska, V. (2008). *Klasyfikatsiia plastykovykh kartok [Classification of Plastic Cards]*. *Proceedings of 'Drukarstvo molode'*, 330 [in Ukrainian].

5. Koniukhova, I. & Vakulych, D. (2005). *Plastykovi kartky: klasyfikatsiia i tekhnolohiia vyhotovlennia [Plastic Cards: Classification and Manufacturing Technology]*. *Publishing Printing*, 5(17), 32–36 [in Ukrainian].

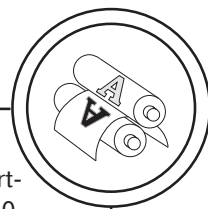
6. Velychko, O. M. & Zorenko, O. V. & Sarzhynska, V. S (2007). *Ekspyrymentalni doslidzhennia drukuvannia na PVKh-plastyku [Experimental Research of Printing on PVC-plastic]*. *Kvalilohiia knyhy*, 2(12), 73–76 [in Ukrainian].

7. Velychko, O. & Kyrychenko, I. & Sarzhynska, V. & Syniakov, I. (2010). *Plastykovi kartky naukovo-tekhnichni aspekty polihrafichnoho oformlennia. [Plastic Cards of Scientific and Technical Aspects of Polygraphic Design]*. Kyiv: VPTs 'Kyivskiy universytet', 156 p. [in Ukrainian].

8. Rettig, R. *Security features in composite material documents*. Retrieved from <http://platform.keesingtechnologies.com/security-features-in-composite-material-documents/>.

9. Rettig, R. *Composite material, evolution in ID's*. Retrieved from <http://platform.keesingtechnologies.com/composite-material-evolution-in-ids/> [in English].





10. Bondarenko, M. F. & Zarosilova, M. G. (2011). Analiz tekhnologii smart-kart [Analysis of Smart Card Technology]. *Prikladnaya radioelektronika*, Vol. 10, № 2, 264–270 [Russian].

**The use and, consequently, the production of plastic cards, despite the growing share of electronic payments and payments using mobile devices, is constantly growing. At the same time requirements to their quality, including wear resistance increase. To develop technological processes for the production of high-quality, wear-resistant cards, it is necessary to use artificial wear processes, which in turn would take into account the maximum number of factors, phenomena and processes that occur with different types of cards during their life cycle.**

**Taking into account the factors and influences on the cards described in our study, it will allow to improve the processes of artificial wear of cards in order to purposefully improve and reduce the risks and factors of electromagnetic impact on the card in everyday life.**

**Keywords: plastic card; lifecycle; wear factors; sources of influence; card service life; durability.**

Рецензент — С. М. Зигуля, канд. техн. наук,  
доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції 25.12.20