

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ПАПЕРОВОЇ ФРАКЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ¹

Тихомирова Т.С., Титаренко А.І., Пітак Р.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

вул. Кирпичова, 2, 61002, м. Харків

tetiana.tykhomyrova@khpi.edu.ua

У роботі систематизовані та проаналізовані дані п'ятирічного дослідження складу паперової фракції твердих побутових відходів, які утворюються у місцях проживання родин. Аналіз проводився починаючи з 2019 року, який був обраний як еталонний рік, коли життя людей не було пов'язано з дією форс мажорних факторів. Дослідження проводились у родинах різного складу – з дітьми шкільного віку, без дітей, з членами родин, які мають хронічні захворювання тощо для того, щоб виділити чинники, які впливають на кількісний та якісний склад паперових відходів, яку утворюються безпосередньо у родинах. Участь у дослідженні взяли 100 родин з різних регіонів України, які надавали данні щодо змін у їх складі, способу життя, переміщення.

Проведені дослідження дозволили виділити п'ять категорій паперових та змішаних паперово-картонні відходів, які утворюються у родинах у значній кількості. Вперше доведено критично малий вміст газет у складі паперових відходів, що утворюються безпосередньо у місцях постійного проживання родин.

Аналіз отриманих даних дозволив виділити наявність дітей у родинах як ключовий чинник складу родин, що впливає на кількість паперових відходів у вигляді зошитів, чернеток офісного паперу, кольорового паперу. Діти також опосередковано впливають на частоту використання картонного пакування поштових операторів, особливо ця тенденція проявилась у період пандемії коронавірусу та у перший рік повномасштабного вторгнення.

Серед зовнішніх чинників, які впливали на кількість утворених паперових відходів певних категорії, таких як пакування харчових продуктів, картонне пакування поштових операторів та паперові відходи, які утворюються під час навчання, головними у період з 2019 по 2023 рік були пандемія коронавірусу та повномасштабне вторгнення. Пандемія призвела до переходу на дистанційне навчання та неможливості купувати предмети одягу та непродовольчі товари у звичайних магазинах. Повномасштабне вторгнення головним чином вплинуло на збільшення кількості картонного пакування поштових операторів як однієї з категорій паперової фракції твердих побутових відходів, що утворюються в родинах.

Отримані у дослідженні дані можуть бути використані при регіональному плануванні сталого поведіння з твердими побутовими відходами, а саме для розробки системи окремого збору відходів, в тому числі паперових. *Ключові слова:* макулатура, паперова фракція, морфологічний склад, стале поведіння з відходами, тверді побутові відходи.

Morphological composition of paper fraction from household solid waste changes studying. Tykhomyrova T., Tytarenko A., Pitak R.

Data from a five-year study of the solid household waste paper fraction composition that generated in families' residence are systematized and analyzed in this work. The analysis was conducted starting from 2019, which was chosen as a reference year when people's lives were not under force majeure factors. The studies were conducted in different families – with school-age children, without children, with family members who have chronic diseases, etc. in order to identify factors that affect the quantitative and qualitative composition of paper waste generated directly in families. 100 families from different regions of Ukraine participated in the studies, who provided data on changes in their composition, lifestyle and movement.

The conducted studies allowed us to identify five categories of paper and mixed paper-cardboard waste generated in families in significant quantities. For the first time, the critically low newspapers content in paper waste generated directly in families' places of permanent residence was proven.

Data analysis allowed us to highlight the presence of children in families as a key factor in family composition, which affects the paper waste amount such notebooks, drafts office paper, colored paper. Children also indirectly affect the frequency of postal operators' cardboard packaging using, this trend was especially evident during the coronavirus pandemic and in the first year of a full-scale invasion.

Among the external factors that influenced the generated certain categories paper waste amount, such as food packaging, postal operators cardboard packaging and paper waste generated during studying, the main ones in the period from 2019 to 2023 were the coronavirus pandemic and a full-scale invasion. The pandemic led to the transition to distance learning and the inability to buy clothing and non-food goods in regular stores. The full-scale invasion mainly affected the increase in the amount of postal operators' cardboard packaging as one of municipal solid waste categories generated in families.

The data obtained in the study can be used in regional planning for sustainable municipal solid waste management, namely a system for separate waste collection development, including paper. *Key words:* waste paper, paper fraction, morphological composition, sustainable waste management, solid household waste.

¹ Збір даних щодо морфологічного склад та кількісної оцінки кожної категорії паперової фракції твердого побутового сміття у різних типах родин України виконувались, в тому числі, студентами кафедри хімічна техніка та промислової екології НТУ «ХПІ» в якості складової наукової роботи студентів у період з 2019/2020 навч. рік по 2023/2024 навч. рік.

Постановка проблеми. Дані щодо морфологічного складу твердого побутового сміття є необхідними для формування комплексного сталого підходу до управління відходами у населених пунктах. Кількісний та якісний склад кожної фракції твердого побутового сміття дозволяє розробляти ефективні системи для їх збору, переробки, вторинного використання з урахуванням регіональних та локальних особливостей, типу населеного пункту, численності населення, зміни способу життя та інших факторів.

Актуальність дослідження. Паперова фракція твердих побутових відходів, до якої входять папір та картон, яку також називають макулатура, є однією з тих фракцій, що підлягає вторинному використанню по всій території України. Паперова фракція має добре налагоджену систему збору, сортування, зменшення об'єму та трансферу до місця переробки. Актуальні дані щодо морфологічного складу паперової фракції твердого побутового сміття дозволяють адаптувати існуючі системи збору, в першу чергу від населення, з метою збільшення кількості цього виду сміття, яке в майбутньому потрапить на переробку, а не опиниться в загальній масі сміття на полігонах з метою захоронення.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Тема дослідження відповідає Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р) [1, с. 3], а також бюджетній тематиці кафедри хімічна техніка та промислова екологія НТУ «ХП» «Розробка наукових основ управління та утилізації твердих відходів» (номер держреєстрації 0124U001841). Необхідність сталого поводження з всіма видами відходів, створення інструментів для запобігання зменшення обсягів утворених відходів закріплена у Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна» [2, с. 94].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для розробки регіональних планів управління відходами необхідно було детально дослідити морфологічний склад твердих побутових відходів (ТПВ). Такі дослідження проводились вітчизняними науковцями у різні роки та стосувались різних рівнів накопичення ТПВ. Так, у [3, с. 314] досліджено сезонні зміни у морфологічному складі ТПВ на прикладі м. Житомир, у [4, с. 1617] досліджено морфологічний склад ТПВ у Вінницькій області. На морфологічний склад ТПВ в цілому та окремих його фракцій впливає багато факторів, серед яких й місце утворення, на чому наголошують автор дослідження [5, с. 286] наводячи данні щодо відмінностей у морфологічному складі відходів, які утворюють у адміністративних невикористаних приміщеннях, у комерційних невикористаних приміщеннях та у житлових багатоповерхових будинках.

Морфологічний склад ТПВ також впливає на процеси, які відбуваються у тілі полігону, в тому

числі на структуру мікробіоценозів [6, с. 205], саме тому вивчення морфологічного складу ТПВ є важливим науковим завданням. Проте, як зазначають автори дослідження [7, с. 112] необхідним елементом будь-яких досліджень морфологічного складу ТПВ є вимога репрезентативності результатів досліджень, без чого складно та іноді навіть неможливо порівнювати дослідження окремих науковців між собою.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Маловивченим є конкретний морфологічний склад паперової фракції ТПВ, які утворюють у родин, аналіз динаміки змін в залежності від зовнішніх факторів, які впливають на спосіб життя родин.

Новизна. Вперше досліджено морфологічний склад паперової фракції ТПВ, які утворюються у родин різного типу та проаналізовано вплив способу життя родин на такий склад з використанням даних п'ятирічних досліджень.

методологічне або загальнонаукове значення. У даній роботі використовували метод натурного експерименту та ваговий метод з використанням електронних аналітичних ваг ТМ AXIS моделі ANZ160C.

Викладення основного матеріалу. Паперова фракція ТПВ, яка утворюється в індивідуальних домогосподарствах, містить як власно паперові відходи, так й картон. При аналізі морфологічного складу ТПВ [4, с. 1617; 5, с. 286] загальноприйнятим є відокремлення паперові та картонної фракції. Проте населення у 90% випадків не розділяє саме паперову та картонну фракцію при накопиченні в квартирах чи приватних будинках, окрім великоформатних картонних коробок та залишків пакування великогабаритної побутової техніки, які не накопичуються, а виносяться на смітник. Зі смітників цей тип відходів швидко потрапляє у пункти збору макулатури завдяки або робітникам комунальних служб, або громадянам, для яких збір макулатури та іншої вторинної сировини є основним джерелом доходу. Проведені дослідження щодо морфологічного складу паперові фракції ТПВ, які утворюються в індивідуальних домогосподарствах, дозволили зробити висновок, основна паперова фракція може бути класифікована як макулатура марка МС-7Б-2 [8], окрім категорії «картонне пакування поштових служб», яке класифікується як макулатура марки МС-11В [8].

На першому етапі дослідження усі утворені в родин паперові відходи були класифіковані на окремі групи, найменування груп та середня вага одного елемента наведена у табл. 1, а зовнішній вигляд – на рис. 1.

На другому етапі було досліджено динаміку змін у кількості кожної групи паперових відходів в загальній масі відходів. Загальна маса утворених відходів – 2 кг на місяць, дані щодо складу та кількості (мас.%) усереднені за рік (табл. 2).

Таблиця 1

Морфологічний склад паперової фракції ТПВ, що утворюється в індивідуальних домогосподарствах

Найменування категорії відходів	Коротка назва	Стислий опис	Середня вага одного елемента, грам
Пакування ліків	ПЛ	– картонне пакування лікарських засобів, в т.ч зубних паст – інструкції до лікарських засобів	4 – 15 1 – 2
Пакування харчових продуктів	ХП	пакування чаю, деяких кондитерських виробів, макаронних виробів та каш	15 – 25
Паперові відходи навчання	ВН	– використанні зошити – папір офісний, папір кольоровий	20 – 175 10 – 12
Пакування непродовольчих товарів	НТ	– елементи пакування одягу – пакування дрібних побутових приладів – пакування засобів гігієни	2 – 15 10 – 20 10 – 28
Картонні коробки пошто-вих служб	КП	картонні коробки, які використовують Укрпошта та приватні поштові служби для транспортування посилок	150 – 400
Газети	Г	газети та рекламні листівки	10 – 45



а



б



в



г

Рис. 1. Зовнішній вигляд окремих складових паперових відходів, які утворюються в індивідуальних домогосподарствах

а – паперові та картонні відходи з-під лікарських засобів ; б – картонне пакування з-під харчових продуктів; в – паперові відходи, які утворюються під час навчання, в тому числі школярів, г – картонні відходи пакування непродовольчих товарів

Таблиця 2

Динаміка змін кількості кожної категорії паперових відходів

Найменування категорії відходів	Масові %, по роках				
	2019	2020	2021	2022	2023
ПЛ	10	13	15	13	12
ХП	13	15	15	14	12
ВН	34	28	25	15	20
НТ		18		14	17
КП	25	26	27	44	39
Г			<0,5%		

Аналіз даних таблиці 2 свідчить, що найбільші зміни у 2019–2023 роках стосувались таких категорій, як відходи навчання, для яких спостерігається тенденція до зменшення на 14%, якщо порівнювати 2019 та 2023 роки та картонне пакування, для яких

навпаки спостерігається тенденція до росту на 14% якщо порівнювати 2019 та 2023 роки. Збільшення на 2% кількості відходів пакування харчових продуктів у 2020 р. порівняно з 2019 р. автори роботи пов'язують з незначним збільшенням частки замовлень гото-

вої їжі, яке спостерігалось навесні 2020 р. у період найсуворіших карантинних обмежень. У наступні роки масова частка цієї категорії відходів майже не змінюється, що пов'язано з відсутністю на ринку принципово нових товарів у паперовому чи картонному пакуванні при збереженні традиційних товарів, які пакуються у картонні коробки – наприклад, чаю та готових сніданків типу кукурудзяних пластівців.

Для пошуку чинників, які впливають на зміни кількості певних категорій паперових відходів було проведено більш детально дослідження складу родин та способу їх життя.

Так, було визначено, що ключовим чинником збільшення кількості відходів пакування ліків у 2020 та 2021 роках була пандемія коронавірусу, а середня кількість таких типів відходів більша у родинах, де є діти або члени родини мають хронічні захворювання й потребують постійного медикаментозного супроводу (рис. 2а), тоді як пора року не має ключового впливу на кількість утворених відходів цієї категорії, оскільки по сезонах змінюються типи захворювань, а не кількість придбаних ліків (рис. 2б). Згідно проведених опитувань, 47% покупців ліків не читають паперову інструкцію, а 54% не використовують вторинне паперове чи картонне пакування при тривалому зберіганні ліків.

45% опитаних потенційно готові залишати інструкцію та картонне пакування безпосередньо в аптеках за наявності там спеціальних накопичувачів.

Для паперових відходів навчання головним чинником їх утворення є наявність дітей шкільного віку у родинах (рис. 3а), а також формат навчання – очне з відвідуванням школи наживо, дистанційний чи змішаний (рис. 3б). Наприклад, при введенні карантинних обмежень на відвідування шкіл у березні 2020 року й переходу на дистанційний формат навчання (онлайн) частина зошитів- так звані другий номер з кожного предмету- залишились у школах без потрапляння в загальний обсяг ВН, які утворились вдома. Це призвело до зменшення на 6% кількості утворених відходів цієї категорії у родинах у 2020 р. порівняно з 2019 р. (табл. 2).

У 2021 році переважна більшість школярів навчалась у змішаному форматі, оскільки в залежності від епідеміологічної ситуації у регіоні та в кожній окремій школі класи могли навчатися у дистанційному форматі до двох тижнів, потім знов відновлювалось очне навчання до наступного випадку захворювання на коронавірус. Вчителі вимушені були адаптувати проміжні контрольні заходи, певні види домашніх завдань під дистанційне навчання й поступово заміняли паперове рукописне виконання завдань

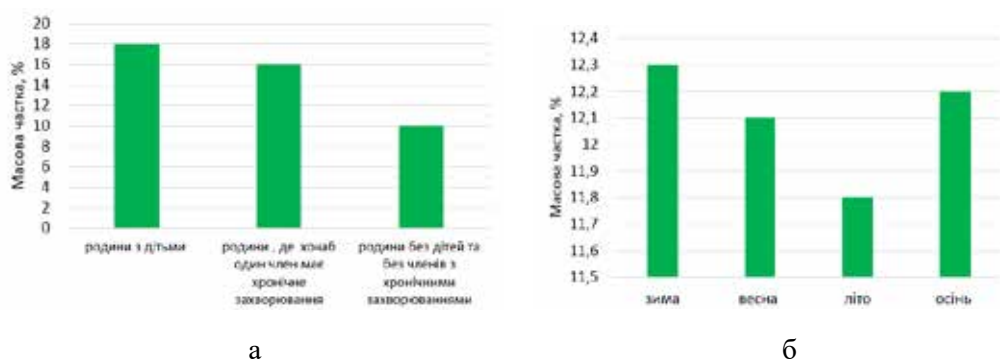


Рис. 2. Масова частка відходів пакування ліків в залежності від різних чинників

а – зміна кількості ПЛ в залежності від складу родини; б – сезонні коливання кількості ПЛ

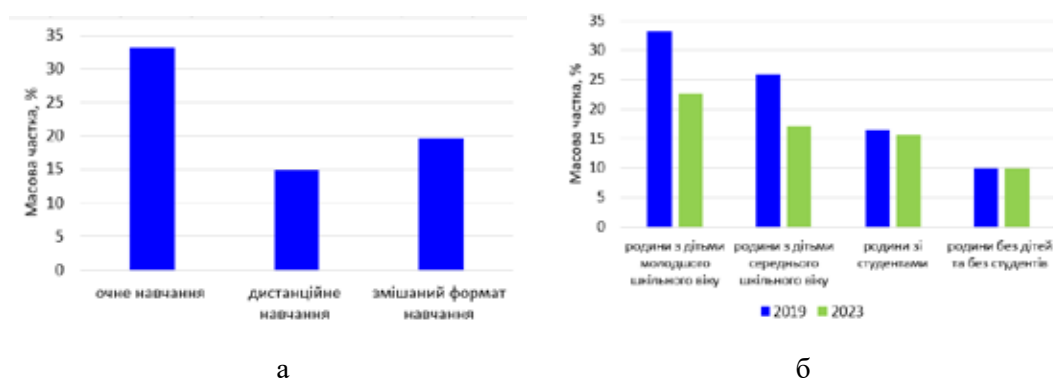


Рис. 3. Масова частка відходів навчання в залежності від різних чинників

а – кількість ВН в залежності від формату навчання у школі; б – кількість ВН в залежності від складу родин

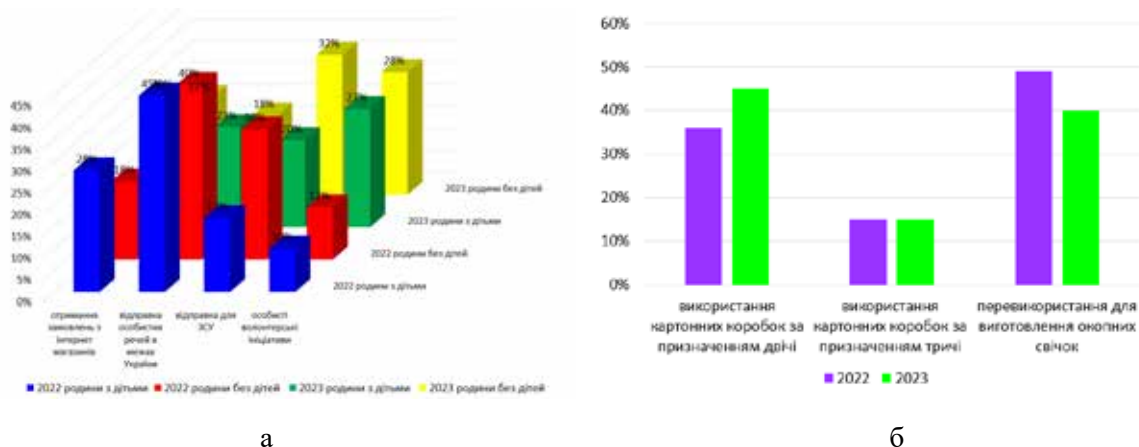


Рис. 4. Використання картонного пакування поштових операторів у 2022 та 2023 роках

а – причини використання поштових послуг; б – вторинне використання поштових картонних коробок

з наступним фотографуванням та розміщенням на онлайн платформах для навчання на тестові завдання з використанням таких платформ як «На урок», «Всеосвіта», «Classtime» тощо. Навіть у родинях, де є діти молодшого шкільного віку, для яких письмове виконання завдань з української та іноземної мови, математики є пріоритетним, спостерігається зменшення паперових відходів навчання на 10,5% у 2023 р. порівняно з 2019 р. Одним з чинників такої тенденції є наявність комплексу дійсно цікавих, різноманітних завдань та тренажерів на інтернет ресурсах, що дозволяє вчителям, навіть при відновленні очного навчання в безпечних регіонах України, частину домашніх завдань задавати для виконання на дистанційних платформах, особливо з таких предметів як «Я досліджую світ» та «Читання».

Збройний конфлікт в Україні став головним чинником збільшення картонних коробок, які використовуються для поштових відправлень. Згідно проведених досліджень (рис. 4а), саме у 2022 році найчастіше та найбільше здійснювали передачу поштою особистих речей у різні регіони України та отримання замовлень з інтернет магазинів. У 2023 році збільшилась частка відправлень у картонному пакуванні на фронт та в якості особистих волонтерських ініціатив, наприклад передача предметів одягу чи посуду людям, які втратили майно внаслідок військових дій (рис. 4а). Як в 2022, так й в 2023 році найчастіше пересилають особисті речі та купують речі в інтернет магазинах родин з дітьми, що на думку авторів напряму пов'язано з великою кількістю одягу у дітей та необхідністю оновлювати гардероб з-за швидкого росту дітей [9, с. 71]. Значна частина картонного пакування поштових служб вико-

ристовується декілька разів за прямим призначенням або для виготовлення онопних свічок (виключно так званий гофрокартон) (рис. 4б). Збільшення відсотка вторинного використання майже на 10% у 2023 році поштових коробок пов'язано, на думку авторів, з підвищенням цін поштовими операторами на послуги з їх пакування.

Головні висновки: Пандемія коронавірусу та збройний конфлікт в Україні є головними чинниками кількісних змін у морфологічному складі паперової фракції ТПВ, які утворюються безпосередньо у родинях. Наявність дітей шкільного віку, не залежно від форми навчання у закладах освіти, є головним чинником збільшеної кількості паперових відходів категорії «відходи навчання», при чому серед нього переважають шкільні зошити та зошити з друкованою основною. Позитивною тенденцією є зменшення кількості цієї категорії відходів, навіть при поверненні до очної форми навчання. Діти у родинях також сприяють збільшенню кількості відходів пакування ліків та частково вплинули на збільшення кількості використання картонних коробок поштових операторів під час збройного конфлікту.

Перспективи використання результатів дослідження. Стале поводження з ТПВ та окремими його фракціями базується на принципах зменшення кількості утворених відходів та розробці системи зручного та ефективного їх роздільного збору з метою подальшого вторинного використання. Отримані у роботі дані можуть бути використані при розробці системи роздільного збору ТПВ в окремих громадах з урахуванням необхідності встановлення накопичувачів для макулатури безпосередньо в місці її утворення, наприклад в аптеках чи навчальних закладах.

Література

1. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р. *Офіційний вісник України*. 2017. № 94. Ст. 2859. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>

2. Національна доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна» / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-Ukrainy.pdf> (дата звернення: 10.12.2024)
3. Коцюба І. Г., Стріха В. А., Давидова І. В. Дослідження сезонного морфологічного складу твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць*. Рівне : НУВГП, 2016. Вип. 4(76). С. 312–319.
4. Ранський А. П., Коріненко Б.В. Морфологічний склад твердих побутових відходів та можливість їх переробки в умовах низькотемпературного піролізу *XLVIII науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ*: збірник доповідей Вінниця: ВНТУ, 2019. С. 1616–1620. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd-2019/paper/view/6798>.
5. Золотар Л.В. Методи визначення об'єму та структури побутових відходів для житлових територій. *Містобудування та територіальне планування*. 2012. Вип. 45. С. 283–295.
6. Кравченко О.В., Сатін І.В., Шевченко Л.В., Панченко О.С. Вплив морфологічного складу твердих побутових відходів на видову структуру мікробіоценозів, що формуються в тілах полігонів. *Innovative Biosystems and Bioengineering : international scientific journal*. 2017. Vol. 2. No. 3. Pp. 203–209. <https://doi.org/10.20535/ibb.2018.2.3.146100>
7. Сатін І.О., Панченко О.С. Удосконалення методології дослідження морфологічного складу побутових відходів з урахуванням стратифікації. *Екологічна безпека та природокористування*. 2021. № 4 (40). С. 110–120. DOI:10.32347/2411-4049.2021.4.110-120
8. ДСТУ 3500:2019 Макулатура паперова та картонна. [Чинний від 07-01-2020], Київ, 2020. 14с. (Національний стандарт України).
9. Тихомирова Т.С., Крючкова В.В. Дослідження екологічних наслідків споживання текстильних виробів з магазинів типу «секонд-хенд». *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2023. № 6 (143). С. 68–74. DOI: 10.32782/1995-0519.2023.6.8