

УДК 655.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ФОЛЬГУВАННЯ АКЦИДЕНТНО-БЛАНКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

В. З. Маїк

*Інститут поліграфії та медійних технологій
НУ «Львівська Політехніка»
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Стаття присвячена дослідженню якості фольгування акцидентно-бланкової продукції з урахуванням технологічних параметрів, що визначають стабільність і ефективність процесу оздоблення. У роботі проаналізовано особливості використання гарячого та холодного тиснення фольгою, а також матеріалів для декорування малоформатної продукції, які характеризуються значною варіативністю дизайну та підвищеними вимогами до точності виконання.

Методологія дослідження ґрунтується на експериментальному вивченні якості фольгування акцидентно-бланкових виробів. Було проведено вимірювання репродукційно-графічних та друкарсько-технічних параметрів відбитків, отриманих у процесі фольгування, а також мікроскопічний аналіз поперечного перерізу структур після тиснення. Отримані результати дозволили авторам визначити оптимальний режим тиснення для забезпечення високої стабільності перенесення фольги та формування чітких, контрастних і довговічних елементів оздоблення.

У статті сформульовано практичні рекомендації щодо оптимізації параметрів процесу фольгування, зокрема вибору температурних режимів. Викладені висновки можуть бути використані поліграфічними підприємствами для підвищення якості спеціальної та акцидентно-бланкової продукції, удосконалення технологічних карт і прогнозування якості оздоблення. Результати дослідження можуть застосовуватися для розроблення технологічних карт, стандартизації параметрів якості та вдосконалення виробничих інструкцій у сфері післядрукарських процесів. Отримані дані мають практичне значення для підприємств, що спеціалізуються на високоякісному декоративному оздобленні, оскільки дозволяють мінімізувати втрати, пов'язані з дефектами, підвищити стабільність процесу фольгування та забезпечити відтворюваність якісних показників незалежно від складності макета чи умов виготовлення.

Ключові слова: *процес фольгування, показники якості, цифровий друк, друкарсько-технічні показники, практичні рекомендації.*

Постановка проблеми. У сучасній поліграфічній галузі акцидентно-бланкова продукція посідає важливе місце завдяки широкому спектру застосування — від діловодних бланків і запрошень до малотиражних рекламно-іміджевих матеріалів. Підвищення вимог до естетичної привабливості та довговічності таких

виробів зумовлює активне використання фольгування як одного з найефективніших способів декоративного оздоблення. Проте якість перенесення фольги, її адгезія до основи, стабільність тиснення та відтворення дрібних графічних елементів значною мірою залежать від технологічних параметрів і властивостей матеріалів. На практиці підприємства оперативної поліграфії часто стикаються з дефектами фольгування — неповним перенесенням фольги, нерівномірністю блиску, відшаруванням фольги. Ці проблеми зумовлені як недосконалим підбором температурних режимів, так і відсутністю стандартизованих рекомендацій для різних типів акцидентно-бланкової продукції. Визначення критеріїв оцінювання якості дозволить підвищити стабільність процесу тиснення, мінімізувати брак і забезпечити відтворюваність декоративних елементів при виготовленні продукції різного призначення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що проводились дослідження, в основному, технологічних процесів гарячого і холодного тиснення фольгою. Упродовж останніх років дослідження у сфері гарячого тиснення фольгою зосереджувалися на двох основних напрямках: технологічно-практичному — оптимізація режимів (температура, тиск, час контакту, швидкість) і матеріалознавчому — вивчення взаємодії шару клею/адгезиву, структури фольги та властивостей підкладки (поверхнева енергія, шорсткість, пакувальні лаки) [1-8]. Огляд публікацій показує, що для технології холодного тиснення значну увагу приділяють ролі УФ-лаків і полімерних покриттів у підвищенні якості перенесення металізованого шару [9-14]. Практичні рекомендації виробників фольги та технічні огляди також демонструють, що оптимальні режими істотно залежать від комбінації типу фольги, клею та властивостей паперу/картону.

Разом із позитивними результатами останніх публікацій слід відзначити, що є недостатня кількість експериментальних робіт, орієнтованих саме на акцидентно-бланкові (малоформатні) вироби з урахуванням їхніх специфічних геометрій і тонких підкладок. Саме ці завдання і покликане вирішити дослідження, представлене в статті.

Мета статті. Дослідження технологічного процесу фольгування акцидентно-бланкової продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фольгування – це альтернативний традиційному гарячому тисненню процес нанесення фольги на папір і картон, тобто це технологія нанесення кольорового шару фольги на тонер лазерного принтера або копіювального апарату. Нанесення відбувається в ламінації під впливом температури і тиску, а тонер, розігріваючись, працює як клей, приклеюючи до паперу якнайтонший кольоровий шар фольги. В результаті проведеного аналізу асортименту матеріалів для фольгування акцидентно-бланкової продукції для дослідження були вибрані наступні матеріали і устаткування: фольга для фольгування фірми CROWN ROLL LEAF (розмір рулону фольги 0,2 x 30 м; колір – золотий); папір фірми International paper, марки New svetocopy (формат 210×297 мм; колір – білий, маса – 80 г/м²); картридж з тонером для лазерного принтера фірми Canon марки BCI-21; ламінація GMP Mylam-9 (температура нагріву – 140°C, max швидкість ламінування 0,7 м/хв., потужність 0,3 кВт, електроживлення 220 В). Дослідження

процесу фольгування проводили у температурному діапазоні 85°-105°С. За допомогою тест-шкали з використанням оптичної мікроскопії визначали наступні показники якості фольгування: видільну здатність; роздільну здатність; покривну здатність; графічні спотворення. Показники стійкості до відмарювання і до стирання визначали з використанням приладу ІМР.

На рис. 1 (а, б) та рис. 2 (а, б) представлена залежність видільної здатності відбитка при фольгуванні від температури. Максимальне значення видільної здатності складає: 0,13 мм при температурі 85°С (рис. 1, а), 0,077 мм при температурах 85°С та 105°С (рис 1, б), 0,122 мм при температурі 105°С (рис. 1, а) 0,07 мм при температурах 85, 90, 95, 105°С (рис. 1, б).

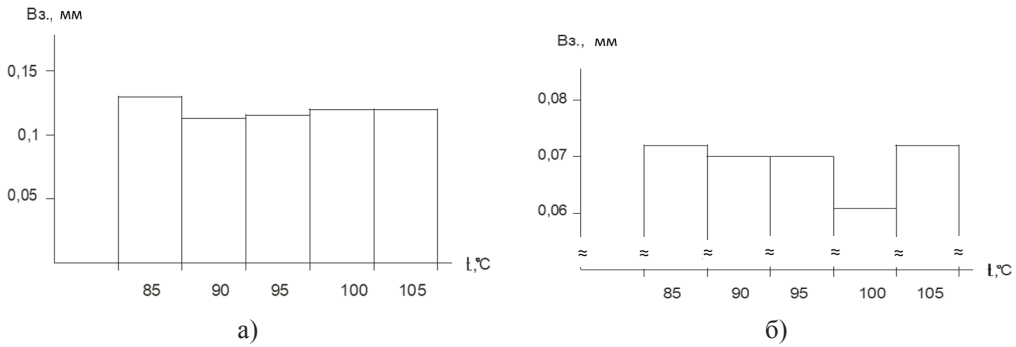


Рис. 1. Залежність видільної здатності відбитків при фольгуванні від температури: а – за клином (пряме зображення); б – за клином (зворотнє зображення)

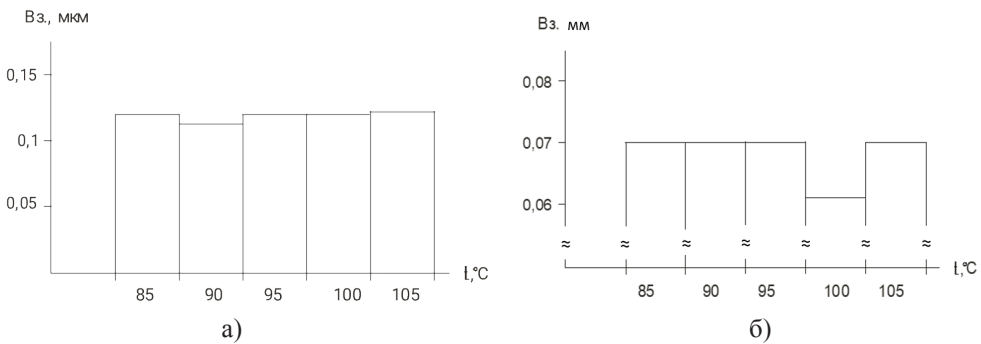


Рис. 2. Залежність видільної здатності відбитків при фольгуванні від температури: а – за окремими штрихами (пряме зображення); б – за окремими штрихами (зворотнє зображення).

На рис. 3 представлена залежність роздільної здатності відбитка від температури. Максимальна роздільна здатність складає 30 лін/см у температурному діапазоні 95 – 105°С.

На рис. 4 представлена залежність покривної здатності відбитка від температури. Максимальна покривна здатність складає 30 лін/см у температурному діапазоні 100 – 105°С.

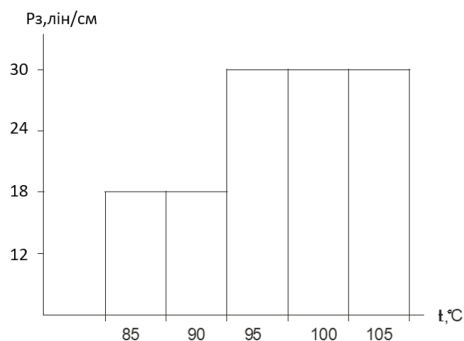


Рис. 3. Залежність роздільної здатності відбитків при фольгуванні від температур

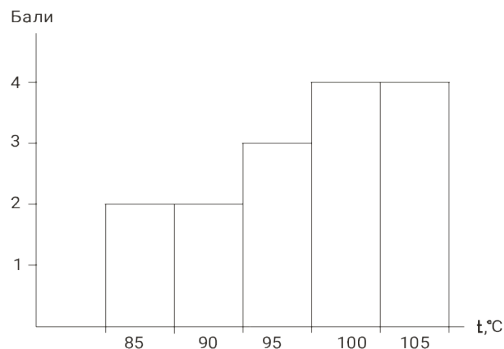


Рис. 4. Залежність покривної здатності відбитків при фольгуванні від температур

На рис. 5 представлена залежність показника стійкості до відмарювання від температури. Максимальна величина показника стійкості до відмарювання складає 19 циклів при температурі 90°C.

На рис. 6 представлена залежність показника стійкості до стирання від температури. Максимальна величина показника стійкості до стирання складає 63 цикли при температурі 105°C.

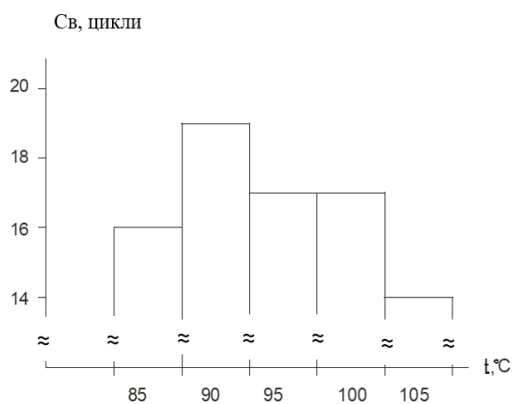


Рис. 5. Залежність стійкості до відмарювання відбитків при фольгуванні від температур

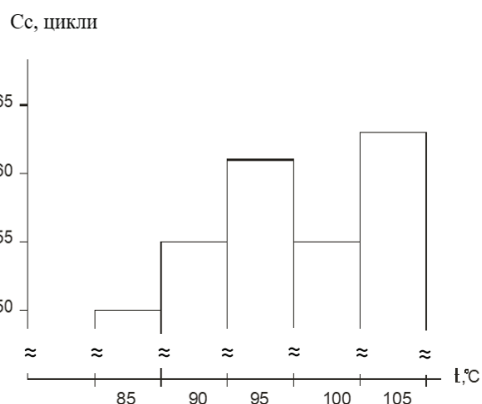


Рис. 6. Залежність стійкості до стирання відбитків при фольгуванні від температур

На рис. 7 представлені показники графічних спотворень у системі «оригінал-відбиток» (пряме зображення). Найменші спотворення при температурі 90°C, найбільші – при температурі 105°C. На рис. 8 представлені показники графічних спотворень у системі «оригінал-відбиток» (зворотне зображення). Найменші спотворення при температурі 85°C, найбільші – при температурі 90°C. Найбільші графічні спотворення спостерігаються при товщині штрихів до 300 мкм, що потрібно враховувати при проектуванні технологічного процесу фольгування.

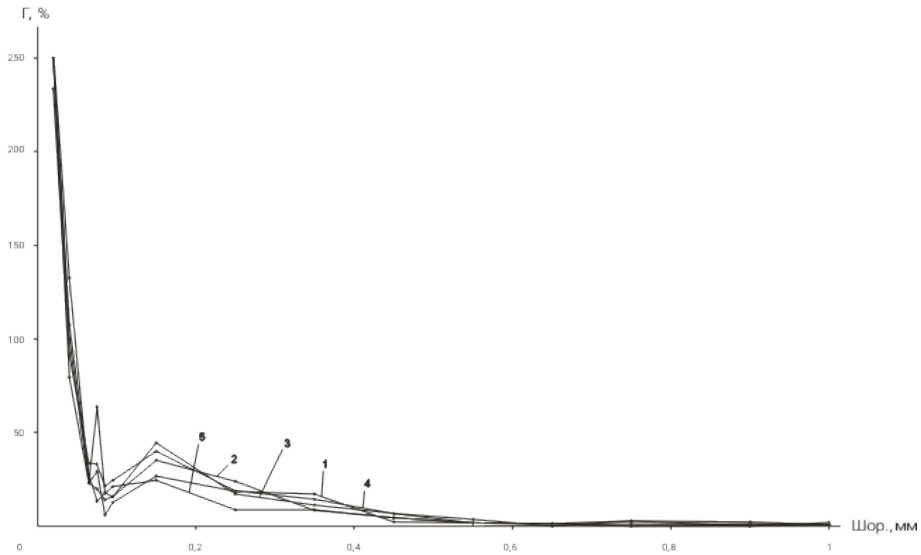


Рис. 7. Графічні спотворення у системі «оригінал-відбиток» (пряме зображення):
1 – 85°C; 2 – 90°C; 3 – 95°C; 4 – 100°C; 5 – 105°C



Рис. 8. Графічні спотворення у системі «оригінал-відбиток» (зворотнє зображення):
1 – 85°C; 2 – 90°C; 3 – 95°C; 4 – 100°C; 5 – 105°C

На рис. 9 (а, б) представлені мікрофотографії поперечного різку продукції після фольгування (збільшення в 100 разів), які показують взаємодію фарбового шару фольги з зображенням тонеру.

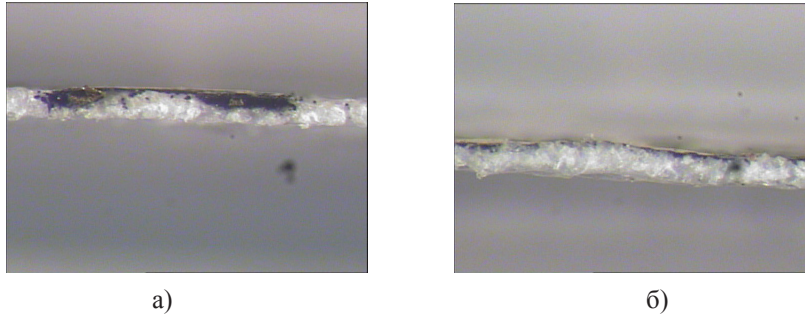


Рис. 9. Мікрофотографії поперечного різку продукції після фольгування (збільшення в 100 разів) (а, б)

Висновки. В результаті аналітичних і експериментальних досліджень встановлено, що якість фольгування акцидентно-бланкової продукції визначається взаємодією технологічних параметрів тиснення, властивостей фольги та характеристик паперу. Мікроскопічний аналіз показав високу чутливість процесу до найменших відхилень у режимах тиснення, що підкреслює необхідність точного контролю параметрів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на оцінювання довговічності фольгованих елементів та вдосконалення технологічних карт у післядрукарських процесах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hong S.-H., Lee J.-H., Lee H. Fabrication of 50 nm patterned nickel stamp with hot embossing and electroforming process, *Microelectron.* vol. 84. no. 5. May 2007. pp. 977–979.
2. Wang L., Zhu B., Yisheng Z. Research on equipments and production line of hot stampin. 2015. pp. 2206–2209.
3. Jones J. Mastering the Art of Foil Printing: A Complete Guide to Hot and Cold Techniques URL: https://www.inxinternational.com/blog/shelf-appeal/mastering-art-foil-printing-complete-guide-hot-and-cold-techniques?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 30.10.2025).
4. Leech, P. W. Laser ablation of multilayered hot stamping foil. *Journal of Materials Processing Technology.* 2009. 209(9). pp. 4281–4285.
5. PDS International. Hot Foil Printing Process. URL: <https://pdsinternational.com/hotfoil/> (дата звернення: 30.10.2025).
6. Guerboukha, H., et al. High-volume rapid prototyping technique for terahertz devices using hot stamping (or hot-foil patterning). 2021. *Optics Express.* 29(9). pp.13806–13824.
7. Kurz L. Hot stamping and cold foil transfer. Leonhard Kurz Stiftung & Co., KG: Fuerth, Germany. URL: https://www.hhfoil.com/products.html?gad_source=1&gad_campaignid=357838119&gbraid=0AAAAADhS8Ek1_3UbeonEziIwlIYU6bNcW&gclid=CjwKCAiAl_JBhBjEiwAn3rN7bSIiJ9nTwQAOmJSOtV5A72rVnX4O-EXQB5mWgk8gQsggMcOyQ6y1hoCqPMQAvD_BwE (дата звернення: 30.10.2025).
8. Weiss M., Zhang P., Pereira M.P., Rolfe B.F., Wilkosz D.E., Hodgson P.D. Understanding Size Effects and Forming Limits in the Micro-Stamping of Industrial Stainless Steel Foils. *Metals* 2020. 1. 38.

9. Jadhav A., Yadav N., Raval R. Analysis & Improving the Performance of Hot Stamping Process on Nylon. 2018. IJSRD — International Journal for Scientific Research & Development. Vol. 6. Issue 02.
10. Graunke J. Three Advantages of Cold Foil Applications URL: <https://www.inxinternational.com/blog/shelf-appeal/three-advantages-cold-foil-applications> (дата звернення: 30.10.2025).
11. Stevens L. Cold Foil: Best Applications, New Markets and Debunked Myths URL: <https://postpressmag.com/articles/2020/cold-foil-best-applications-new-markets-and-debunked-myths/> (дата звернення: 30.10.2025).
12. Majnarić I.; Morić M.; Valdec D.; Milković K. The Effect of Applying UV LED-Cured Varnish to Metalized Printing Elements during Cold Foil Lamination. *Coatings*. 2024. 14. 604.
13. Kurz, L. Cold Transfer for Web-Fed Printing. <https://www.kurz-graphics.com/en/cold-transfer/web-fed> (дата звернення: 30.10.2025).
14. Маїк В., Ясінська Л. Дослідження експлуатаційних показників відбитків холодного тиснення фольгою. Комп'ютерні технології друкарства. 2009. № 21. С.193-205.

REFERENCES

1. Hong S.-H., Lee J.-H., Lee H. Fabrication of 50 nm patterned nickel stamp with hot embossing and electroforming process, *Microelectron.* vol. 84. no. 5. May 2007. pp. 977–979.
2. Wang L., Zhu B., Yisheng Z. Research on equipments and production line of hot stampin. 2015. pp. 2206–2209.
3. Jones J. Mastering the Art of Foil Printing: A Complete Guide to Hot and Cold Techniques URL: https://www.inxinternational.com/blog/shelf-appeal/mastering-art-foil-printing-complete-guide-hot-and-cold-techniques?utm_source=chatgpt.com (data zvernennia: 30.10.2025).
4. Leech, P. W. Laser ablation of multilayered hot stamping foil. *Journal of Materials Processing Technology*. 2009. 209(9). pp. 4281–4285.
5. PDS International. Hot Foil Printing Process. URL: <https://pdsinternational.com/hotfoil/> (data zvernennia: 30.10.2025).
6. Guerboukha, H., et al. High-volume rapid prototyping technique for terahertz devices using hot stamping (or hot-foil patterning). 2021. *Optics Express*. 29(9). pp.13806–13824.
7. Kurz L. Hot stamping and cold foil transfer. Leonhard Kurz Stiftung & Co., KG: Fuerth, Germany. URL: https://www.hhfoil.com/products.html?gad_source=1&gad_campaignid=357838119&gbraid=0AAAAADhS8Ek1_3UbeonEziIwIYU6bNcW&gclid=CjwKCAiAl-_JBhBjEiwAn3rN7bSiJ9nTwQAomJSOtv5A72rVnX4O-EXQB5mwwgk8gQsggMcOyQ6y1hoCqPMQAvD_BwE (data zvernennia: 30.10.2025).
8. Weiss M., Zhang P., Pereira M.P., Rolfe B.F., Wilkosz D.E., Hodgson P.D. Understanding Size Effects and Forming Limits in the Micro-Stamping of Industrial Stainless Steel Foils. *Metals* 2020. 1. 38.
9. Jadhav A., Yadav N., Raval R. Analysis & Improving the Performance of Hot Stamping Process on Nylon. 2018. IJSRD — International Journal for Scientific Research & Development. Vol. 6. Issue 02.
10. Graunke J. Three Advantages of Cold Foil Applications URL: <https://www.inxinternational.com/blog/shelf-appeal/three-advantages-cold-foil-applications> (data zvernennia: 30.10.2025).

11. Stevens L. Cold Foil: Best Applications, New Markets and Debunked Myths URL: <https://postpressmag.com/articles/2020/cold-foil-best-applications-new-markets-and-debunked-myths/> (data zvernennia: 30.10.2025).
12. Majnarić I.; Morić M.; Valdec D.; Milković K. The Effect of Applying UV LED-Cured Varnish to Metalized Printing Elements during Cold Foil Lamination. *Coatings*. 2024. 14. 604.
13. Kurz, L. Cold Transfer for Web-Fed Printing. <https://www.kurz-graphics.com/en/cold-transfer/web-fed> (data zvernennia: 30.10.2025).
14. Maik V., Yasinska L. Doslidzhennia ekspluatatsiinykh pokaznykiv vidbytkiv kholodnoho tysnennia folhoiu. *Kompiuterni tekhnolohii drukarstva*. 2009. № 21. S.193-205.

doi: 10.32403/2411-3611-2025-2-48-71-79

RESEARCH ON THE QUALITY OF FOILING IN JOBBING AND BLANK FORMS PRINTING

V. Z. Maik

*Lviv Polytechnic National University
Institute of Printing Art and Media Technologies
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
Volodymyr.Z.Maik@lpnu.ua*

The article is devoted to the study of the quality of foiling in jobbing and blank products, taking into account the technological parameters that determine the stability and efficiency of the finishing process. The paper analyzes the usage features of hot and cold foil stamping, as well as materials for decorating small-format products, which are characterized by a wide variability of design and increased requirements for accuracy of execution.

The research methodology is based on an experimental study of the quality of foiling on jobbing and blank products. The reproduction-graphic and printing-technical parameters of the prints obtained during the foiling process were measured, and the microscopic analysis of the cross-section of the structures after foiling was performed. The results obtained allowed the authors to determine the optimal embossing mode to ensure high stability of the foil transfer and the formation of clear, contrasting and durable decoration elements.

The article formulates practical recommendations for optimizing the foiling process parameters, in particular the choice of temperature regimes. The conclusions presented can be used by printing companies to improve the quality of special-purpose and jobbing and blank products, improve technological maps and predict the quality of decoration depending on the properties of the selected materials. The conclusions of the study can be used to develop technological maps, standardize quality parameters and improve production instructions in the field of post-printing processes. The results obtained are

of practical importance for printing companies specializing in high-quality decorative finishing, as they allow minimizing losses associated with defects, increasing the stability of the foiling process and ensuring the reproducibility of quality indicators regardless of the complexity of the layout or manufacturing conditions.

Keywords: *foiling process, quality indicators, digital printing, printing and technical indicators, practical recommendations.*

Стаття надійшла до редакції 11.09.2025.

Received 11.09.2025.