УДК 655.028:686
DOI: 10.20535/2077-7264.4(74).2021.258286

© М. Огірко, асп., Українська академія друкарства, м. Львів, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЗДОБЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ ПАКОВАНЬ ДРУКАРСЬКИМИ ЛАКАМИ З АРОМАТИЗОВАНИМИ ТА ЛЮМІНЕСЦЕНТНИМИ ДОМІШКАМИ

За допомогою електронної мікроскопії досліджено топографію надрукованих аромозображень та зміну їх структури після презентації ароматів методом «потри і понюхай». Встановлено вплив кількості люмінофорних частинок в лаковій композиції на якість люмінесценції.

Ключові слова: паковання; картон; структура; офсетний друк; аромолак; люмінофор; відбитки; якість.

Вступ

Однією з основних функцій паковання є захист продукції від підробки. Для належного захисту від підробки доводиться використовувати широкий комплекс заходів, що запобігають фальсифікації продукції. Це значно збільшує собівартість паковань та ускладнює їх виготовлення. Виробникам товарів масового споживання необхідно вибирати способи захисту, які підходять для конкретного товару, виходячи з його собівартості та цільової аудиторії. Часто прагнуть використовувати інноваційні методи захисту, «ноу-хау», подробиці виготовлення яких невідомі та є комерційною таємницею виробника, захищають паковання товару, поки не буде розгаданий секрет такої технології або не винайдуть підробку, яка візуально не відрізнятиметься від оригіналу. Тому постійно існує необхідність у розробці нових методів і технологій захисту пакувальної продукції. Найбільша увага приділяється у поліграфічних технологіях захисту продукції застосуванню матеріалів із особливими властивостями.

Однією з найбільш популярних технологій удосконалення продукції є лакування, яке дозволяє отримати багато візуальних ефектів обробки поверхні, надає їй бажаних естетичних функцій, будучи при цьому захисним шаром для субстрату або відбитку на ньому. Шар лаку може вкривати як всю поверхню відбитка, так і його виділені фрагменти, створюючи враження тривимірного зображення. Лак може бути повністю прозорим, тому він не змінить колірне зображення даного матеріалу. Правильно підібраний лак може підкреслити

© Автор(и) 2021. Видавець КПІ ім. Ігоря Сікорського.
CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)

характер надрукованих зображень за допомогою ефекту блиску, матування або містити спеціальні добавки в своїй структурі (наприклад, різні види пігментів). Прикладами такого захисту можуть бути етикетки і паковання, маркування на яких, надруковані термо- і фотохромними, аромофарбами, люмінесцентними, феромагнітними фарбами, УФ-фарбами тощо [1–3]. Сьогодні є досить популярною ідентифікація паковань чи товарів за допомогою УФвипромінювання під час використання флуоресцентних композицій. Технологія лакування з використанням лаків, що містять люмінесцентні пігменти, є одним із методів, що характеризується найкращим підходом до боротьби з підробками завдяки низькій собівартості виробництва, екологічності і, насамперед, складності підробки. Захищений в такий спосіб відбиток або готовий продукт також повинен відповідати іншим вимогам з якості та довговічності, зокрема повинен мати добру стійкість до стирання (як сухого, так і вологого), різних розчинників і хімічних речовин. Крім того, є певні вимоги до розмірів частинок пігменту, які не повинні створювати перешкод при друкуванні різними способами.

Відомий спосіб оздоблення рекламної друкованої продукції, який включає нанесення друкованого зображення офсетним друком та покриття його у місцях ароматизації одночасно лаками з різними мікрокапсульованими ароматизаторами. Як зауважують дослідники [4, 5], важливим є забезпечення процесу вивільнення аромату при одночасній стійкості аромовідбитків до стирання при закритій презентації та стійкість флуоресцентних відбитків до світла та інших факторів, що в обох випадках залежить від концентрації пігменту на поверхні зображення і товщини нанесеного шару лаку на субстраті. Тому актуальними є дослідження структури надрукованих зображень.

Відомо, що флуоресцентні пігменти не забезпечують довгого періоду світіння. Як тільки зникає УФ-джерело випромінювання світла, флуоресценція припиняється. Тому інтенсивно зараз ведуться дослідження в галузі нанотехнологій. Наприклад, люмінофори на основі рідкоземельних іонів використовуються в біомаркерах, техніці освітлення та плазмових дисплеях, оптоелектроніці, системи виявлення, люмінесцентне маркування [6–9]. В поліграфії відоме використання лаків, видимих в УФ-світлі. Цікавими є використання лаків, що місять пігмент із люмінесцентними наночастинками з підвищеним перетворенням енергії. Такі лаки світяться після збудження лазерним випромінюванням в інфрачервоному діапазоні, що значно ускладнює копіювання. Тому можуть застосовуватись для друкування QR-кодів, які можна зчитувати та декодувати за допомогою звичайного смартфона зі зчитувачем кодів.

Неорганічні флуоресцентні пігменти зазвичай прозорі або мають пастельні кольори при денному освітленні, тоді як під ультрафіолетовому світлі вони флуоресціюють у надзвичайно яскраві кольори. Стандартні неорганічні пігменти найчастіше створені на основі сульфідів цинку і акти-

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)

вуються сріблом, міддю і марганцем (які визначають колір флуоресценції). Щоб полегшити друк і задовольнити вимоги промисловості, деякі неорганічні пігменти піддають спеціальній обробці поверхні. В основному вони використовуються для захисту відбитків від підробки. Ці пігменти складаються з мікрокристалів. Так звана матриця на основі рідкоземельних металів і активатор у виді такої ж кількості доданих атомів домішки, які свідомо розподілені в кристалі люмінесцентної речовини. Прикладами таких матриць є сульфіди та рідкоземельні оксиди, а також глинозем лужноземельних металів. Такі елементи паковання не тільки захищають від підробки, але і можуть презентувати товар, «розповісти» споживачеві, про умови його зберігання, виявити чи не було несанкціонованого відкривання паковання перед продажом товару. Ці процеси оздоблення, маркування та захисту паковань можуть здійснюватися за допомогою сучасного друкарського та післядрукарського обладнання [10].

Мета роботи

Вивчення можливості використання для утворення друкованих зображень матеріалів зі спеціальними властивостями для маркування паковань поліграфічним способом друку, які будуть виконувати одночасно функцію їх оздоблення і захисту від підробки. Процес є новим і вимагає ретельного вивчення його наукових та методологічних основ.

Об'єкти і методи

Об'єктами досліджень були відбитки утворені як на задрукованому, так і на незадрукованому картоні, лаком, що містить відповідно дозовану суміш ароматизованих та люмінесцентних наночастинок. Додавання люмінесцентних наночастинок дозволило спостерігати випромінювання червоного світла у видимому діапазоні під час збудження в ІЧ-променях. Модифікація лаків також дозволила визначити, яка концентрація нанолюмінофора в лаках дозволить отримати оптимальний спектр випромінювання.

Для порівняння ефекту ароматизації і люмінесценції лакування було здійснено на прободрукарському станку моделі IGT C1 (офсетний друк) та IGT F1 (флексографічний друк), на картоні GC1, який являє собою матеріал з двошаровим крейдованим покриттям лицьової сторони, має добру всотувальну здатність, яка дозволяє використання меншої кількості фарби і сприяє більш швидкому висиханню. Картон містить 100 % первинних волокон, механічної та хімічної целюлози і часто використовується для виготовлення високоякісного паковання для парфумерії, косметики та харчових продуктів завдяки можливості передавання високолініатурних растрових зображень.

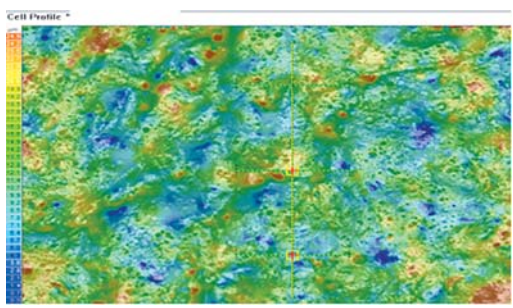
Для отримання лакованих фрагментів зображень використовували аромолак з додаванням люмінофору в кількості від 10 до 30 % [12]. Для достовірності результатів виконувалось по три паралельних дослідження. Якість надрукованих зображень оцінювали за яскравістю зображення, інтенсивністю вивільнення аромату (кількістю зруйнованих аромокапсул після презентації аромату методом «потри і понюхай»)

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)

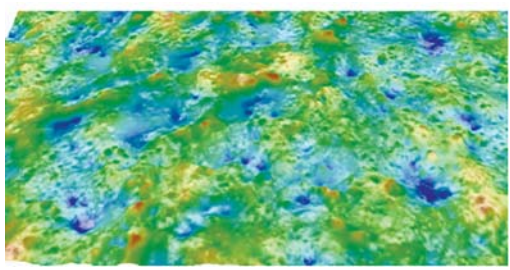
та візуально. Аналіз топографії поверхні картонів і аромовідбитків на них проводився з використанням установки AniCam фірми TROIKA Systems Limited (точність вимірів складала ±1 %). Для оцінювання механічного руйнування аромокапсул використовували електронний мікроскоп SEOL T220A (Японія, збільш. ×1000). Для вимірювання люмінесцентних властивостей порівнювали координати кольору CIE отриманих спектрів світловипромінювання. Спектроскопічні значення отримували за кімнатної температури за допомогою безперервного діодного лазера з довжиною хвилі λ = 975 нм, оснащеного цифровою камерою зі спектрографом зображення та відповідні фільтри.

Результати проведених досліджень

Проведений аналіз топографії поверхні картону GC1 перед утворенням друкованих зображень (рис. 1) вказує на достатньо рівномірний розподіл елементів структури волокон механічної та хімічної целюлози, що підтверджує середня нерівність поверхні від -3,4 до +5,2 μm. Однак, спостерігаються тонкі глибокі прогалини в поверхні картону. Наявність крейдованого покриття забезпечує високо розвинуту мікро- і субмікроструктуру поверхні (шорсткості Ra = 0,418 мкм). Тому такі поверхні добре передають високолініатурні растрові зображення. На рис. 1 наведено зображення топографії поверхні картону та його тривимірне зображення.



а



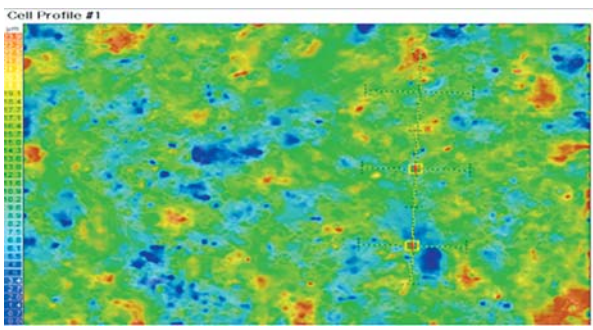
б

Рис. 1. Топографія поверхні (а) картону та її тривимірна модель (б)

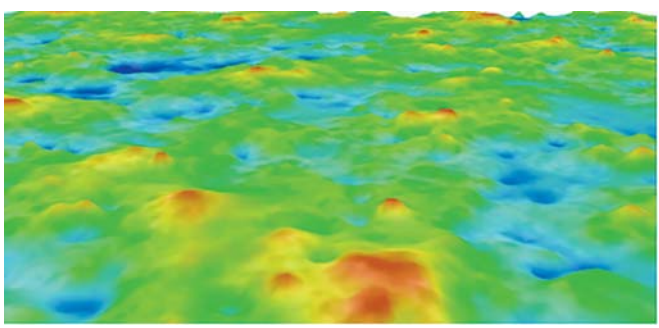
ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)

Фрагмент зображення на відбитку, утвореного аромолаком з люмінесцентними домішками наведено на рис. 2. Як видно, заповнення мікронерівностей структури поверхні картону аромокомпозицією при офсетному друці повторює його профіль. Дослідження показали, що параметр шорсткості зменшується і складає 0,409 мкм, площа піків збільшуються до 845 мкм^2, а площа впадин відповідно зменшилась до 812 мкм^2, що засвідчує згладження мікронерівностей поверхні відбитку.

Дослідження механізму плівкоутворення використаних лакових композицій підтвердило відомі припущення науковців про те, що цей процес відбувається в два етапи через фізичне і хімічне плівкоутворення [12]. Як видно з мікрофотографій (рис. 3), на поверхні задрукованого аромолаковою композицією з домішками люмінофору спостерігаються скупчення макромолекул складників. При потраплянні на відбиток «вільні», хімічно не зв'язані наночастинки лакової композиції проникають у капіляри і пори субстрату, настає розділення фаз (рис. 3, а). У результаті скупчені молекули поєднуються на поверхні, утворюючи гелеподібну структуру,



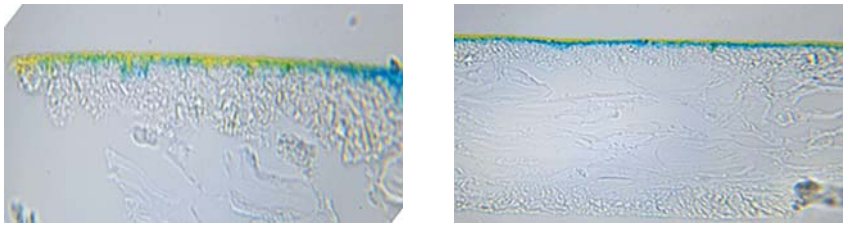
а



б

Рис. 2. Топографія поверхні (а) та її 3D модель фрагменту відбитку з зображенням, утвореним аромолаком з люмінесцентними домішками (10 %)

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)



а б

Рис. 3. Мікрофотографії лакового покриття на відбитку до (а) і після (б) плівкоутворення

що є початковою фазою переходу лакової композиції з рідкого стану в твердий, а сама поверхня вже стає менш клейкою (рис. 3, б). Хімічний процес закріплення покриття на відбитку за рахунок окислювальної полімеризації є відносно повільним. Причому, при переході друкарської композиції з рідкого стану в твердий за рахунок всотування та окислювальної полімеризації її маса зменшується. Тому кількість композиції, що залишається на відбитку після висихання, характеризується величиною сухого залишку і виражається у відсотках від першочергової маси речовин. На мікрофотографіях надрукованих фрагментів аромозображень, наночастинки люмінофору скупчуються на поверхні відбитку, утворюючи люмінесцентну смугу. Додавання люмінесцентних наночастинок не створює негативного впливу на процес закріпленого аромолакового покриття на відбитку.

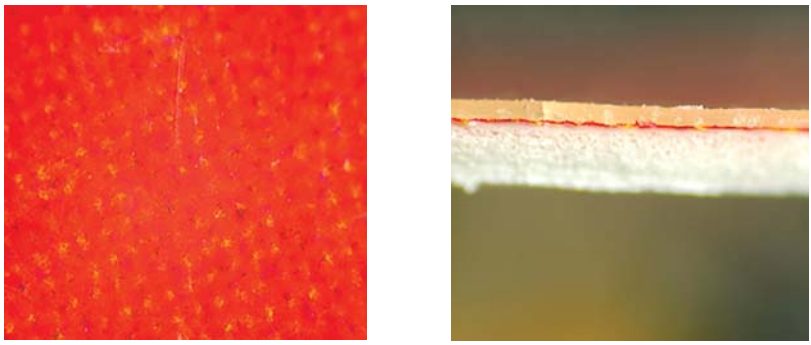
Топографія поверхні лакового покриття повторює попередній профіль субстрату. Люмінесцентне зображення на картоні, утворене аромолаковою композицією на незадрукованій і задрукованій поверхні наведено на рис. 4.

Інтенсивність люмінесценції залежить від вмісту люмінофорної домішки, що підтверджують наведені на рис. 5 фотографії поверхонь надрукованих зображень та їх поперечного перерізу з 10 % люмінесцентних домішок.

Збільшення кількості наночастинок люмінофору до 30 % в композиції підвищує значення оптичної густини закріпленого шару лаку та підсилює ефект люмінесценції. Однак, проведені дослідження яскравості зображення показали, що 10 % домішок лю-

Рис. 4. Люмінесцентне зображення на картоні, утворене аромолаком на незадрукованій і задрукованій поверхні

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)



а б

Рис. 5. Фрагменти поверхні (а) ароматизованого зображення та його поперечного перерізу (б) на відбитку, з вмістом люмінофору 10 %

мінофору забезпечує достатню яскравість зображення — 98 %. Під впливом збудження випромінюванням в діапазоні ближнього інфрачервоного випромінювання λ = 975 нм було отримано випромінювання нанолюмінофора, який світиться червоним. Для всіх досліджуваних взірців спостерігалась однакова інтенсивність світловипромінювання у видимому діапазоні.

Висновки

За допомогою електронної мікроскопії досліджено топографію надрукованих аромозображень та зміну їх структури після презентації ароматів методом «потри і понюхай». Встановлено вплив кількості люмінофорних частинок в лаковій композиції на якість люмінесценції. Побудована діаграма колірності CIE підтверджує, що наявність 10 % люмінесцентних домішок в лаковій композиції показує ефект люмінесценції на відбитку. Збільшення кількості наночастинок люмінофору до 30 % в композиції підвищує значення оптичної густини закріпленого шару лаку та підсилює ефект люмінесценції.

Таким чином, проведені дослідження підтверджують, що використання друкарських композицій на основі аромолаків і люмінесцентних домішок забезпечує ефект оздоблення і захист пакувальної продукції від підробки. Дослідження показали, що можна отримати чітке випромінювання світла при збудженні ІЧ-лазером зображення на відбитку, утвореного друкарською композицією з вмістом 10 % люмінофору.

Список використаної літератури

1. Оздоблення друкованої продукції: технології, устаткування, матеріали: навч. посіб. / [Гавенко С., Лазаренко Е., Мамут Б., Самбульський М., Циманек Я., Якуцевич С., Ярема С.]. К. Львів: Україна–УАД, 2003. 180 с.

2. Лихолай С. В. Сучасні тенденції технології лакування картонного пакування водно-дисперсійним лаком / С. В. Лихолай, Р. А. Хохлова // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)

Актуальні задачі сучасних технологій. Тернопіль 25–26 листопада 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/10875/2/ConfATMT_2015v1_Lykholai_S_V-Current_state_of_coating_22-23.pdf.

3. Гавенко С. Ф. Дослідження можливості застосування ароматизованих клеїв для оздоблення та захисту паковань від підробок / С. Ф. Гавенко, М. О. Огірко // Науково-практичний семінар «Сучасне репродукування: інжиніринг, моделювання, мульти- та кросмедійні технології». Київ. 2019. С. 17–20.

4. Kondracka P. Lakierowanie i efekty specjalne / P. Kondracka // Packaging Polska. 2020. Dostępne na: http://www.packaging-polska.pl/pg/pl/content/druk/lakierowanie_i_efekty_specjalne.html.

5. Гавенко С. Ф. УФ-спектроскопічні дослідження зміни інтенсивності аромату в процесі експлуатації друкарських відбитків / Гавенко С. Ф., Котмальова О. Г., Петрик П. Б. // Поліграфія і видавнича справа. 2013. № 3–4. С. 65–68.

6. Havenko S. Investigation of aroma advertising effectiveness on packaging / S. Havenko, M. Ohirko // Przegląd papierniczy. 2021. № 77. s. 452–455.

7. Spiridonov I. Future Development of Security Printing and Rfid Marks / Spiridonov I., Shterev K., Bozhkova T. // GRID: Professional paper. 2018. p. 71–76.

8. Lanthanide-doped luminescent nanoprobes: controlled synthesis, optical spectroscopy, and bioapplications / [Liu Y., Tu D., Zhu H., Chen X.] // Chemical Society Reviews. 2013. 42 (16). p. 6924–6958.

9. Enhanced blue luminescence in BaMgAl10O17:Eu, Er, Nd nanophosphor for PDPs and Mercury free fluorescent lamps / [Yadav R. S., Shukla V. K., Mishra P., Pandey S. K., Kumar K., Baranwal V., Pandey A. C.] // Journal of alloys and compounds. 2013. 547. p. 1–4.

10. Дослідження якості відбитків надрукованих люмінесцентними фарбами / [Гавенко С. Ф., Огірко М. О., Лозовий А-Й. П., Котмальова О. Г., Канцір Н. І.] // Кваліогія книги. 2020. № 1(37). С. 29–40.

11. Гавенко С. Ф. Патент на корисну модель №148804. Спосіб оздоблення поліграфічної і пакувальної продукції / Гавенко С. Ф., Огірко М. О. Заявл. 21.12.20, опубл. 22.09.2021 р. Номер заявки: u 2020 08185. Бюл. № 38. 2 с.

12. Havenko S. Investigation of the fixing mechanism of aroma varnish coating in web offset printing / [Havenko S., Petryk P., Rybka R., Labetska M.] // Технологія і техніка друкарства: зб. наук. праць. К.: ПК «Україна», 2015. Вип. 3(49). С. 66–71. DOI: https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(49).2015.54882.

References

1. Havenko, S., Lazarenko, E., Mamut, B., Sambulskyi, M., Tsymanek, Ya., Yakutsevych, S. & Yarema S. (2003). *Ozdoblennia drukovanoi produktsii: tekhnolohii, ustatkuvannia, materialy [Finishing of printed products: technologies, equipment, materials]*. Kyiv–Lviv: Ukraina–UAD, 180 p. [in Ukrainian].

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)

2. Lykholai, S. & Khokhlova, R. (2015). Cuchasni tendentsii tekhnolohii lakuvannia kartonnoho pakovannia vodno-dyspersiinym lakom [Current trends in the technology of varnishing cardboard packaging with water-dispersion varnish]. *Proc. Materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv. Aktualni zadachi suchasnykh tekhnolohii*. Retrieved from http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/10875/2/ConfATMT_2015v1_Lykholai_S_V-Current_state_of_coating_22-23.pdf [in Ukrainian].

3. Havenko, S. & Ohirko, M. (2019). Doslidzhennia mozhlyvosti zastosuvannia aromatyzovanykh kleiv dlia ozdoblennia ta zakhystu pakovan vid pidrobok [Investigation of the possibility of using flavored adhesives for finishing and protection of packaging from counterfeiting]. *Proc. Naukovo-praktychnyi seminar 'Suchasne reprodukuvannia: inzhynirynh, modeliuvannia, multy- ta krosmediini tekhnolohii'*. Kyiv, 17–20 [in Ukrainian].

4. Kondracka, P. (2020). Lakierowanie i efekty specjalne. *Packaging Polska*. Retrieved from http://www.packaging-polska.pl/pg/pl/content/druk/lakierowanie_i_efekty_specjalne.html [in Polish].

5. Havenko, S., Kotmalova, O. & Petryk, P. (2013). UF-spektroskopichni doslidzhennia zminy intensyvnosti aromatu v protsesi ekspluatatsii drukarskykh vidbytkiv [UV spectroscopic studies of changes in the intensity of the aroma during the operation of printing imprints]. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 3–4, 65–68 [in Ukrainian].

6. Havenko, S. & Ohirko, M. (2021). Investigation of aroma advertising effectiveness on packaging. *Przegląd papierniczy*, 77, 452–455 [in English].

7. Spiridonov, I., Shterev, K. & Bozhkova, T. (2018). Future Development of Security Printing and Rfid Marks. *GRID: Professional paper*, 71–76.

8. Liu, Y., Tu, D., Zhu, H. & Chen, X. (2013). Lanthanide-doped luminescent nanoprobes: controlled synthesis, optical spectroscopy, and bioapplications. *Chemical Society Reviews*, 42 (16), 6924–6958 [in English].

9. Yadav, R. S., Shukla, V. K., Mishra, P., Pandey, S. K., Kumar, K., Baranwal, V. & Pandey, A. C. (2013). Enhanced blue luminescence in BaMgAl10O17:Eu, Er, Nd nanophosphor for PDPs and Mercury free fluorescent lamps. *Journal of alloys and compounds*, 547, 1–4 [in English].

10. Havenko, S. F., Ohirko, M. O., Lozovyi, A-I. P., Kotmalova, O. H. & Kantsir, N. I. (2020). Doslidzhennia yakosti vidbytkiv nadrukovanykh liuminestsentnymy farbamy [Investigation of the quality of imprints printed with fluorescent inks]. *Kvalilohiia knyhy*, 1(37), 29–40 [in Ukrainian].

11. Havenko, S. & Ohirko, M. Patent № 148804. *Sposib ozdoblennia polihrafichnoi i pakuvalnoi produktsii [The method of finishing printing and packaging products]*. Publish 22.09.2021 [in Ukrainian].

12. Havenko, S., Petryk, P., Rybka, R., & Labetska, M. (2015). Investigation of the fixing mechanism of aroma varnish coating in web offset printing. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 3(49), 66–71. DOI: https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(49).2015.54882 [in English].

ISSN 2077-7264. Технологія і техніка друкарства. 2021. № 4(74)

Electron microscopy was used to study the topography of printed aroma images and the change in their structure after the presentation of aromas by the method of 'rub and smell'. The influence of the number of phosphor particles in the varnish composition on the quality of luminescence has been established.

Keywords: packaging; cardboard; structure; offset printing; aroma varnish; phosphor; impurities; quality.

Надійшла до редакції 17.11.21