

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

УДК 676.248-026.61 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)06](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)06)

Віктор ОСИКА д. т. н., доцент, декан факультету торгівлі та маркетингу, доцент кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
E-mail: osyka@knute.kiev.ua
ORCID ID: 0000-0002-5081-7727

Костянтин МОСТИКА к. т. н., начальник навчального відділу, доцент кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
E-mail: kos-13@ukr.net
ORCID ID: 0000-0002-6165-6463

Володимир КОМАХА к. т. н., старший викладач кафедри товарознавства та митної справи Київського національного торговельно-економічного університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
E-mail: v.komakha@knute.kiev.ua
ORCID ID: 0000-0001-6498-9047

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НОВИХ ВИДІВ ПАКУВАЛЬНОГО ПАПЕРУ

Розроблено нові види пакувального паперу. Наведено результати дослідження його оптичних властивостей. Охарактеризовано вплив розмірів і співвідношення різних видів целюлози, а також масової частки наповнювача каоліну на показники непрозорості, білості та міцності паперу.

Ключові слова: упакування, каолін, волокна целюлози, непрозорість паперу, білість паперу.

Осыка В., Мостыка К., Комаха В. Оптические свойства новых видов упаковочной бумаги. Разработаны новые виды упаковочной бумаги. Приведены результаты исследования ее оптических свойств. Охарактеризованы влияние размеров и соотношения различных видов целлюлозы, а также массовой доли наполнителя каолина на показатели непрозрачности, белизны и прочности бумаги.

Ключевые слова: упаковка, каолин, волокна целлюлозы, непрозрачность бумаги, белизна бумаги.

Постановка проблеми. Використання екологічно безпечних паперових пакувальних матеріалів протягом останніх років стає все більш популярним у світі в цілому й в Україні зокрема. Зростає також інтерес науковців до дослідження властивостей пакувального паперу. При цьому найпроблемнішим питанням залишається розроблення паперу з оптимальним співвідношенням оптичних показників (непрозорості, білості) та міцності за мінімальної маси й товщини.

Чинні на території України нормативні документи регламентують виготовлення паперу масою 1 м² 60, 80, 100 г і вище. Згідно з ними, для забезпечення необхідного рівня показників білості, непрозорості, механічної міцності паперу до його складу слід вводити до 14 % мінерального наповнювача від маси абсолютно сухого волокна. Однак це призводить до значного зниження механічної міцності паперу – розривної довжини або руйнівного зусилля, що не відповідає вимогам санітарних норм і правил щодо його використання для упакування харчових продуктів [1].

Розроблення непрозорого паперу з властивостями, що характеризуються комплексом показників, уможливить розширити асортимент і застосування паперових пакувальних матеріалів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Над підвищенням показників непрозорості паперу працюють науковці багатьох країн світу. Зокрема, I. Rodrigues dos Santos, G. Ventorim та J. Caraschi розробили спосіб підвищення непрозорості та білості паперу на основі біленої сульфітної целюлози, розмеленої до ступеня помелу 35°ШР. До неї додали проклеювальну речовину, коагулянт, і мінеральний наповнювач – каолін – 8–23 % від абсолютно сухого волокна в папері [2]. Проте зазначений спосіб не може мати широкого застосування, оскільки досягнутий рівень білості паперу досить низький (78 %), а високий вміст наповнювача (23 %) призводить до значного зниження механічної міцності матеріалу.

Вченими N. Zaharri, N. Othman, Z. Mohd Ishak [3] запропоновано процес виготовлення пакувального паперу, до композиції якого як наповнювач (додатково до каоліну) вводять цеоліт за сумарного вмісту суміші наповнювача в папері 12.3 % від абсолютно сухого волокна. Однак цеоліт має абразивні властивості. Це може викликати пошкодження сіток, сукон, пресових валів і дзеркально відполірованої поверхні сушильних циліндрів папероробної машини, що призведе до додаткових витрат.

Н. Поповим [4] розроблено близький за призначенням і технічною сутністю процес виготовлення пакувального паперу, що вимагає розмелювання листяної та хвойної біленої целюлози до досягнення середньої довжини волокон 2.2–2.5 мм і 0.9–1.1 мм відповідно, з подальшим наповненням каоліном. Наведений спосіб уможливує забезпечити необхідний рівень непрозорості, але отриманий папір має високу масу – до 200 г/м². Забезпечення високого рівня непрозорості паперу масою

60–65 г/м², за теоретичними розрахунками по Гуревичу, практично неможливо із застосуванням як наповнювача звичайного каоліну.

V. Rastogi, P. Samyn [5] пропонують підвищувати бар'єрні властивості паперу за рахунок використання біополімерів. Проте внаслідок гідрофільності, кристалізації, крихкості та нестабільності розплавів можуть виникати труднощі в обробці більшості біополімерів, що перешкоджає ефективній експлуатації такого паперу в промислових масштабах [6]. Для зниження кристалізації целюлози використовується карбонат кальцію [7], однак високої якості паперу в цьому випадку можна досягти лише за умови проклеювання великою часткою полімерних матеріалів.

Розвивається використання нанотехнологій у виробництві пакувальних матеріалів для харчових продуктів. Однак висока селективність наноструктур не дає змоги використовувати їх для широкого кола товарів [8]. Зокрема, запропоновано метод виділення кристалічної целюлози, що уможлиблює підвищити міцність і щільність паперу, однак його білість і стійкість друку при цьому втрачаються [9].

Значне підвищення міцності та непрозорості паперу досягається унаслідок проклеювання меламіном і сечовинними смолами [10]. Проте використання таких наповнювачів не рекомендовано для контакту з харчовими продуктами.

Розроблено способи підвищення бар'єрних властивостей, що полягають у просоченні паперу композицією на основі полівінілового спирту та епіхлоргідринової смоли. Завдяки цьому досягається високе значення показників водо- та жиронепроникності [11], однак естетичні властивості при цьому не досліджено.

Отже, для забезпечення необхідного рівня будь-якого показника якості пакувального паперу в кожному конкретному випадку використовують різні методи, способи, підходи та технологічні рішення. Не кожне з розглянутих рішень є таким, яке відповідає всім вимогам до пакувального паперу. Саме тому проблема одночасного підвищення непрозорості й білості паперу зі збереженням його міцності остаточно є не вирішеною.

Мета роботи – поліпшення оптичних властивостей пакувального паперу зі збереженням його міцності.

Матеріали та методи. Об'єктами дослідження слугували пакувальний папір, сульфатна білена целюлоза з хвойних і листяних порід деревини, а також наповнювач каолін. Застосовано методи комплексного аналізу й синтезу. Дослідження показників якості пакувального паперу проведено за стандартизованими методами [12–14], прийнятими в целюлозно-паперовій галузі.

Результати дослідження. Що нижча маса паперу площі 1 м², то складніше забезпечити його структурі рівномірний просвіт і необхідний комплекс властивостей, які обумовлюють високу якість – механічну міцність, непрозорість і білість, умови та термін використання.

Міцність, друкарські й деформаційні властивості паперу залежать від міцності сил зчеплення волокон між собою, розмірів, ступеня розроблення, міцності самих волокон і їх розташування в структурі паперу. Досягти необхідного рівня показників, які б відповідали вимогам пакувального паперу, та забезпечити їх рівномірність і однорідність за довжиною та шириною паперового полотна можливо – використовуючи для виготовлення паперу волокнисту масу з відповідними розмірами целюлозних волокон або ступенем їх помелу.

Забезпечити одержання волокнистої маси з одними й тими розмірами волокон, створити такі умови й здійснити розмелювання, за якого всі волокна обробляються однаково, практично неможливо. Особливо це стосується розмелювання в конічних або дискових млинах безперервної дії. Нерівномірність паперу за зазначеними показниками призводить до того, що фарба закріплюється тільки на виступаючих нерівностях паперу й надрукований зразок буде нерівним, що призведе до відбракування продукції.

Саме тому для забезпечення необхідного рівня якості пакувального паперу – білості 70–88 % (без застосування оптичних відбілювачів), гладкої поверхні без глянцю, непрозорості (не менше ніж 90 %), механічної міцності з масою 1 м² 60–65 г, що відповідає б умовам і терміну їх використання, – слід виконати певні дослідження. Необхідний комплексний підхід щодо визначення вимог до виду, білості, ступеня дисперсності, розмірів часточок і масової частки фракцій мінеральних наповнювачів і їх вмісту в композиції паперу, ступеня розмелювання та розроблення (фібрилювання) волокон целюлози, проклеювальних, зв'язувальних і зміцнювальних речовин, їх співвідношення та взаємозв'язку в створенні структури паперу. Остання являє собою набір хаотично орієнтованих у просторі волокон, у нашому досліді целюлозних, осі яких переважно орієнтовані паралельно площині формування полотна. Міцність при цьому забезпечується тільки безпосереднім зв'язком волокон між собою, а тому частки мінерального наповнювача, який вводять до композиції такого паперу, розташовуючись між волокнами целюлози в структурі паперу, розривають ці зв'язки, знижуючи міцність паперу та виробів на його основі. Для зниження негативної дії наповнювач має бути тонко дисперсним (з найменшим діаметром часток) матеріалом, який забезпечує розвернуту поверхню та пористість, і завдяки цьому – задовільну сорбційну здатність паперу, що є важливим під час контакту з харчовими продуктами. Застосування мінерального наповнювача високого ступеня дисперсності сприяє отриманню паперу з необхідними показниками механічної міцності, м'якості та еластичності, а високий рівень його показників непрозорості й білості є важливими для паперу, що використовується у виробництві пакувальної продукції.

Отже, використовуючи разом з відповідним чином підготовленими целюлозними волокнами мінеральні високодисперсні наповнювачі,

проклеювальні та зв'язувальні хімічні речовини, можна отримати папір з новим призначенням, спрогнозувати та забезпечити досягнення спеціальних параметрів якості.

Основним завданням було підвищення непрозорості пакувального паперу з максимальним збереженням показників механічної міцності та білості без застосування оптичних відбілювачів, придатним для виготовлення продукції, що контактує з харчовими продуктами. Завдання вирішується за рахунок вибору та комбінування волокон целюлози на основі хвойної та листяної деревини, способів і якості розмелювання целюлозних волокон, виду, ступеня дисперсності та розмірів часток фракцій мінерального наповнювача та підготовки паперової маси для формування (виливання) структури та властивостей паперу.

Підвищення показників непрозорості й білості паперу за збереження при цьому показника механічної міцності досягається унаслідок використання в композиції сульфатної біленої целюлози з хвойних порід деревини (СФАХД) і сульфатної біленої целюлози з листяних порід деревини (СФАЛД) за відповідних ступеня помелу і співвідношення в паперовій масі та введення до паперової маси мінерального наповнювача каоліну. Використання проклеювальних і зв'язувальних речовин, а також виготовлення паперу проводиться за відомими технологіями.

Целюлоза з хвойних порід деревини розмелюється до ступеня помелу 42–44°ШР, а з листяної – до 24–26°ШР, отримані фракції волокон целюлози змішували перед формуванням (виливанням) паперу за співвідношенням, мас. %: целюлоза з хвойних порід – 85–90, з листяної деревини – 10–15.

Як наповнювач використано каолін з масовою часткою фракцій 2–3 мкм 92–94 % і білістю (коефіцієнтом відбиття) 87 %, а масова частка наповнювача в папері становить 8–9 % від абсолютно сухого волокна.

Волокна сульфатної целюлози більш гнучкі, мають високу міцність, незначною мірою вкорочуються під час розмелювання, фібрилюючись при цьому та сприяючи зростанню точок дотику й зв'язків між целюлозними волокнами під час формування та отримання паперового полотна підвищеної механічної міцності. Введення листяної целюлози з коротким волокном, порівняно з хвойною, з визначеним ступенем помелу дає змогу отримати папір з рівномірною і зімкнутою структурою, підвищити його непрозорість. Розмелювання листяної целюлози проводили до невисокого ступеня помелу 24–26°ШР волокон, щоб не допустити їх укорочення.

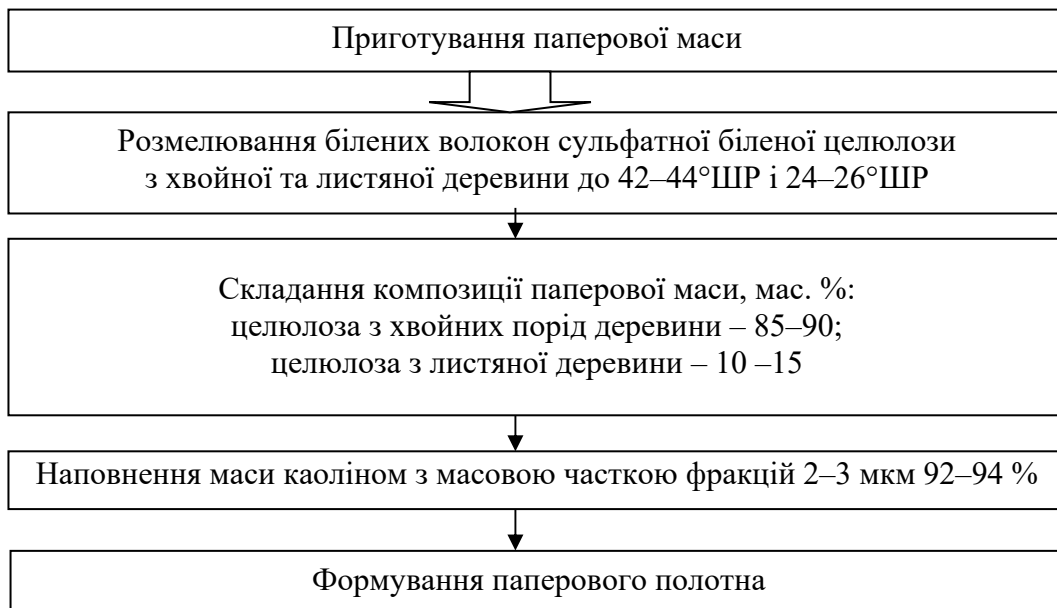
Запропоноване розмелювання листяної та хвойної целюлози приводить до зростання питомої активної поверхні целюлозного волокна, що сприяє кращому отриманню і розподілу наповнювача в паперовій масі та взаємозв'язку його з целюлозними волокнами.

Розмелювання целюлозного волокна також сприяє зростанню міцності зчеплення і міжволоконних зв'язків у папері. Однак, високий ступінь помелу целюлозного волокна призводить до підвищення показ-

ника вищипування, який характеризується вириванням з поверхні паперу волокон целюлози та дрібних часток наповнювача під час контакту з харчовими продуктами, знижує його якість і еластичність. Саме тому нами визначено умови розмелювання біленої сульфатної целюлози з хвойної та листяної деревини, вимоги до мінеральних наповнювачів або їх сумішей і співвідношення компонентів паперової маси целюлози (з хвойної та листяної деревини), наповнювача (каоліну) та масових часток наповнювача, що введені до паперової маси перед формуванням з неї паперового полотна.

Ступінь зв'язування і утримування наповнювача в папері визначається кількістю наповнювача, зв'язаного тим або тим способом з волокном і здатністю цих зв'язків протистояти навантаженню, і силам, що виникають під час перемішування та переміщення в технологічному процесі паперової маси, а також під час процесів виливання (формування), пресування та сушіння паперового полотна.

Виготовлення зразків паперу проведено за схемою (рисунки).



Технологічна схема виробництва паперу

Сульфатну білену целюлозу з хвойної деревини й сульфатну білену целюлозу з листяної деревини розмелювали відповідно до 42–44°ШР і 24–26°ШР. Розмелені волокна целюлози змішували у воді в різних співвідношеннях. До отриманої суспензії волокнистої композиції вводили каолін як наповнювач з масовою часткою фракцій 2–3 мкм 92–94 % і білістю 87 % за різної масової частки від абсолютно сухого волокна. З отриманої паперової маси виготовлено зразки паперу масою 60 г/м² згідно з запропонованими варіантами та аналогом, за який узято обгортковий папір за ГОСТ 8273–5 "Бумага оберточная. Технические условия" (табл. 1).

Таблиця 1

Склад композицій досліджуваних зразків паперу

Компоненти композиції та їх характеристики	Зразки						
	запропоновані варіанти					аналоги [15]	
	1	2	3	4	5	6	7
СФАХД:							
ступінь розмелення, ШР;	42	44	43	44	44	37	44
співвідношення, мас. %	85	95	90	85	85	80	95
СФАЛД:							
ступінь розмелення, ШР;	24	26	25	26	26	21	26
співвідношення, мас. %	15	5	10	15	15	20	5
Каолін, % абсолютно сухого волокна	4	6	7	8	9	10	14

В отриманих зразках визначено масу паперу площею 1 м², непрозорість, білість і розривну довжину за чинними стандартами. Результати випробування наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

Результати досліджень пакувального паперу

Номер зразка	Показник, од. виміру			
	маса 1 м ² , г	розривна довжина, м	непрозорість, %	білість, %
1	60.3	4960	85	84
2	60.3	4710	88	85
3	60.2	4680	88	85
4	60.3	4380	89	86
5	60.3	4000	90	88
6	60.2	3500	90	86
7	60.2	3000	90	88

Результати випробування зразків свідчать, що виготовлення паперу відповідно до запропонованої технології дає змогу забезпечити досягнення високого ступеня непрозорості паперу, що є важливим для упакування харчових продуктів. Важливо, що рівень досягнутого показника непрозорості забезпечується за невисокого вмісту наповнювача в папері – 9 % замість 12–14 % для паперу-аналогу. Це уможливило зберегти достатньо високий рівень механічної міцності паперу (зразки 1–5) порівняно з папером-аналогом (зразки 6–7) та білості паперу.

Висновки. За результатами досліджень запропоновано спосіб виробництва паперу для упакування харчових продуктів, що являє собою оригінальну композицію мікропористого волокнистого матеріалу, виготовленого з паперової маси, яка містить суміш волокон білої целюлози з хвойної та листяної деревини, розмелених до різного ступеня

помелу, мінеральний наповнювач каолін і зв'язувальні та проклеювальні речовини. Такий спосіб уможливує забезпечити високий ступінь непрозорості паперу за невисокого вмісту наповнювача із збереженням достатньо високого рівня механічної міцності та білості порівняно з аналогами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Мостика К.*, Коптюх Л., Осика В. Аналіз вимог до паперу для упакування харчових продуктів. Технологічний аудит та резерви виробництва. 2015. № 6/4. С. 29–35.
2. *Rodrigues dos Santos I.*, Ventrone G., Caraschi J. Impact of kaolin filler on physical and mechanical paper properties formed by ECF pulp. *Cerme*. 2014. N 20 (2). P. 231–238.
3. *Zaharri N.*, Othman N., Mohd Ishak Z. Effect of Zeolite Modification via Cationic Exchange Method on Mechanical, Thermal, and Morphological Properties of Ethylene Vinyl Acetate/Zeolite Composites. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2013. Retrieved from <https://www.hindawi.com/journals/amse/2013/394656>.
4. *Понов Н.* Каменогорка+. Мир бумаги. 2001. № 3. С. 38–40.
5. *Rastogi V.*, Samyn P. Bio-Based Coatings for Paper Applications. *Coatings*. 2015. N 5 (4). P. 887–930.
6. *Jovanović S.*, Krgović M., Ošap D. Application of natural and synthetic polymers in a production of paper. *Hemijaska Industrija*. 2007. N 61 (4). P. 171–185.
7. *Peşman E.*, Tufan M. The Effects of CaCO₃ Coated Wood Free Paper Usage as Filler on Water Absorption, Mechanical and Thermal Properties of Cellulose-High Density Polyethylene Composites. *Medžiagotyra*. 2016. N 22 (4). P. 530–535.
8. *Martins Lopes C.*, Ramiro Fernandes J., Martins-Lopes P. Application of Nanotechnology in the Agro-Food Sector. *Food Technology and Biotechnology*. 2013. N 51 (2). P. 183–197.
9. *Coccia V.*, Cotana F., Cavalaglio G. Cellulose Nanocrystals Obtained from *Cynara Cardunculus* and Their Application in the Paper Industry. *Sustainability*. 2014. N 6 (8). P. 5252–5264.
10. *Kermanian H.*, Rafiei S., Rasooly E. The effect of type and mixture of resin on the properties of impregnated paper. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*. 2017. N 8 (1). P. 25–38.
11. *Мостика К.*, Осика В., Коптюх Л. Дослідження властивостей жиронепроникного пакувального паперу. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2015. № 2 (20). С. 98–105.
12. ДСТУ 2297–93 (ГОСТ 13199–94). Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1 м². Київ : Держспоживстандарт України, 1996. 19 с.
13. ДСТУ 2334–94 (ГОСТ ИСО 1924/1–96). Папір та картон. Визначення міцності під час розтягування. Ч. 1. Метод навантажування з постійною швидкістю. Київ : Держспоживстандарт України, 1997. 10 с.
14. ДСТУ ISO 11475:2005. Папір і картон. Визначення білості за СІЕ, D65/10 о (зовнішнє денне освітлення). Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 7 с.
15. ГОСТ 8273–75. Бумага оберточная. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 1998. 6 с.

Стаття надійшла до редакції 15.11.2018.

Osyka V., Mostyka K., Komakha V. Optical properties of new types of paper packaging.

Background. Environmental paper materials are gaining worldwide popularity in recent years. At the same time, the most problematic issue is the development of paper with an optimal ratio of optical indicators (opacity, whiteness) and strength at minimum mass and thickness.

Different methods, approaches and technological solutions are used in each particular case to ensure the required level of a particular indicator of the quality of the packaging paper. Therefore, the problem of simultaneous increase of opacity and whiteness of paper with the preservation of its strength is not resolved.

The aim of the work is to improve the optical properties of the packaging paper with preserving its strength.

Material and methods. Materials of scientific works were used. The objects of the study were packaging paper, sulfate whitened pulp from coniferous and hardwood, as well as kaolin filler. The methods of complex analysis and synthesis were applied. The research of quality indices of packaging paper was carried out according to standardized methods [12–14] adopted in pulp and paper industry.

Results. A method for producing food packaging paper was invented according to the results of the research. It is a microporous fiber material, made of a paper mass comprising pulverized fibers of bleached cellulose from coniferous and deciduous wood, mineral filler, binder and gumming agents, and characterized in that the paper mass contains a mixture of fibers of cellulose from coniferous wood, grinding to a degree 42–44°ShR, and cellulose from deciduous wood, grinding to a degree 24–26°ShR, and getting of a fraction cellulose fibers from coniferous and deciduous wood mixed before molding (outpouring) of paper with the ratio of the masses: cellulose from coniferous wood – 85–90 %, cellulose from deciduous wood – 10–15 %.

Kaolin with a mass fraction of 2–3 microns 92–94 % and whiteness (reflection coefficient) of 87 % is used as mineral filler. The mass fraction of the filler in the paper is 8–9 % of absolutely dry fiber.

Conclusion. A method of producing food packaging paper is proposed according to the results of the research. This method is an original composition of a microporous fibrous material made from a paper mass comprising a mixture of fibers from pulp of coniferous and deciduous wood, ground to a different degree of fraction, a mineral filler of kaolin and sizing agents. This method allows providing a high degree of paper opacity at low content of the filler with the preservation of a sufficiently high whiteness and mechanical strength compared to counterparts.

Keywords: packaging, kaolin, cellulose fibers, paper opacity, whiteness of paper.

REFERENCES

1. Mostyka, K., Koptjuh, L., Osyka, V. (2015). Analiz vymog do paperu dlja upakovannja harchovyh produktiv [An analysis of the requirements for paper packaging for food products]. *Tehnologichnyj audyt ta rezervy vyrobnyctva – Technological audit and production reserves*, 6/4, 29-35 [in Ukrainian].
2. Rodrigues dos Santos, I., Ventrorm, G., Caraschi, J. Impact of kaolin filler on physical and mechanical paper properties formed by ECF pulp. *Cerme*. 2014. N 20 (2). P. 231-238 [in English].
3. Zaharri, N., Othman, N., Mohd Ishak Z. Effect of Zeolite Modification via Cationic Exchange Method on Mechanical, Thermal, and Morphological Properties of Ethylene Vinyl Acetate/Zeolite Composites. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2013. Retrieved from <https://www.hindawi.com/journals/amse/2013/394656> [in English].

4. Popov, N. (2001). Kamenogorka + [Kamenogorka +]. *Mir bumagi – The world of paper*, 3, 38-40.
5. Rastogi, V., Samyn, P. Bio-Based Coatings for Paper Applications. *Coatings*. 2015. N 5 (4). P. 887-930 [in English].
6. Jovanović, S., Krgović, M., Ošap, D. Application of natural and synthetic polymers in a production of paper. *Hemijska Industrija*. 2007. N 61 (4). P. 171-185 [in English].
7. Peşman, E., Tufan, M. The Effects of CaCO₃ Coated Wood Free Paper Usage as Filler on Water Absorption, Mechanical and Thermal Properties of Cellulose-High Density Polyethylene Composites. *Medžiagotyra*. 2016. N 22 (4). P. 530-535 [in English].
8. Martins Lopes, C., Ramiro Fernandes, J., Martins-Lopes, P. Application of Nanotechnology in the Agro-Food Sector. *Food Technology and Biotechnology*. 2013. N 51 (2). P. 183-197 [in English].
9. Coccia, V., Cotana, F., Cavalaglio, G. Cellulose Nanocrystals Obtained from *Cynara Cardunculus* and Their Application in the Paper Industry. *Sustainability*. 2014. № 6 (8). P. 5252-5264 [in English].
10. Kermanian, H., Rafiei, S., Rasooly, E. The effect of type and mixture of resin on the properties of impregnated paper. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*. 2017. N 8 (1). P. 25-38 [in English].
11. Mostyka, K., Osyka, V., & Koptjuh, L. (2015). Doslidzhennja vlastyvostej zhyronepronyknogo pakuval'nogo paperu [Investigation of properties of greaseproof packaging paper]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky" – International scientific and practical magazine "Goods and Markets"*, 2, 98-105 [in Ukrainian].
12. Napivfabrykaty voloknysti, papir ta karton. Metod vyznachennja masy produkciï plohheju 1 m² [Fibrous semi-finished products, paper and cardboard. Method of determining the mass of the product area of 1 m²]. (1996). *DSTU 2297–93. (GOST 13199–94)*. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny [in Ukrainian].
13. Papir ta karton. Vyznachennja micnosti pid chas rozhtjaguvannja. Ch. 1. Metod navantazhuvannja z postijnoju shvydkistju [Paper and cardboard. Determination of strength during stretching. Part 1. Method of loading at constant speed]. (1997). *DSTU 2334–94 (GOST ISO 1924/1–96)*. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny [in Ukrainian].
14. Papir i karton. Vyznachennja bilosti za CIE, D65/10 o (zovnishnje denne osviltlennja) [Paper and cardboard. Determination of whiteness for CIE, D65 / 10 o (external daylight)]. (2006). *DSTU ISO 11475:2005*. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny [in Ukrainian].
15. Bumaga obertochnaja. Tehnicheskie uslovija [Paper wrapping. Technical specifications]. (1998). *GOST 8273–75*. M. : IPK Izd-vo standartov [in Russian].