

УДК 676.252.2

Л. В. Андрієвська, к.т.н., ст. викладач
Київський національний торговельно-економічний університет
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
knteu.mila@mail.ru

ПІДВИЩЕННЯ ГІГІЄНИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАПЕРУ З МАКУЛАТУРИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ БІОЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ

У статті досліджено питання підвищення мікробіологічної чистоти паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення з макулатури шляхом використання у виробництві біоцидних препаратів. За результатами досліджень встановлено, що використання біоцидного препарату «Біоцид-354» не погіршує фізико-хімічні властивості паперу, одночасно забезпечуючи зростання міцнісних показників. Отримані результати досліджень дають можливість розширити сировинну базу, підвищити якість паперу з макулатури та формувати сегмент нових ВСГП спеціального призначення з високими гігієнічними властивостями.

Ключові слова: папір для виробів санітарно-гігієнічного призначення, макулатура, споживні властивості, біоцидні препарати.

Постановка проблеми. Сучасний рівень розвитку науки і техніки встановлює жорсткі правила раціонального використання сировини. Особливого значення це питання набуває у виробництві паперової продукції, що є найбільшим споживачем лісових ресурсів. Наразі у світі все більшого розвитку набуває тенденція використання вторинних волокнистих напівфабрикатів у виробництві паперових виробів. Розробки провідних фахівців целюлозно-паперової галузі спрямовані на те, щоб збільшити вміст вторинних волокон у композиції паперу, а у деяких випадках – виготовляти вироби зі 100 % макулатури, забезпечуючи при цьому високий рівень споживних властивостей готової продукції. Це має екологічні та економічні переваги, адже зберігаються лісові насадження, а також утилізується велика кількість відходів у вигляді використаного паперу. Проте виникає ряд проблем, пов'язаних з очищенням стічних вод, переробкою та утилізацією твердих відходів, а також забезпеченням необхідних показників якості продукції [1].

Важливого значення набуває питання використання макулатури у виробництві паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення (ВСГП). Особливо це стосується мікробіологічної чистоти паперових виробів. Варто зазначити, що макулатура містить велику кількість сторонніх включень, друкарську фарбу, клей, силікон і крохмаль, який використовується як проклеювальний агент картонно-паперової продукції. Під час підготов-

ки макулатурної маси до перероблення, тобто її очищення, сторонні включення вилучаються, але при цьому рівень мікробіологічної чистоти залишається низьким [2].

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття. Про рівень мікробіологічного забруднення паперу свідчить кількість патогенної мікрофлори, наявність якої у паперовій масі робить застосування таких виробів неприпустимим. З метою зниження рівня мікробіологічного зараження паперової маси застосовують високоефективні бактерицидні, фунгіцидні, антисептичні та біоцидні препарати.

Найбільш ефективною є біоцидна обробка паперової маси. Біоциди – речовини, що знищують патогенну мікрофлору, яка утворюється в процесі паперового виробництва. Використання біоцидів у виготовленні паперових санітарно-гігієнічних виробів (рушників, серветок, носових хустинок, дитячих підгузків та ін.) зменшує можливість передачі інфекції та підвищує гігієну в медицині та побуті. Застосування паперових перев'язувальних матеріалів, постільної білизни з високим рівнем мікробіологічної чистоти відіграє важливу роль у профілактиці дерматитів у хворих, які перебувають на тривалому лікуванні [3].

До біоцидних препаратів висувають такі вимоги: відсутність загальнотоксичної та місцевої подразнювальної дії, широкий спектр антимікробної дії до патогенної мікрофлори, висока стійкість протимікробної дії до впливу тепла, світла, часу. Крім того, ці речовини повинні добре розчинятися у воді, гарно утримуватися целюлозними волокнами, при цьому не втрачаючи незаражуючих властивостей та не погіршуючи фізико-механічних показників паперу [4].

Питанням підвищення мікробіологічної чистоти паперу займаються провідні науковці целюлозно-паперової галузі, які у своїх працях розглядали можливість підвищення мікробіологічної чистоти паперу для пакування продуктів [5] та поліпшення якості паперу з макулатури шляхом введення хімічних функціональних речовин [6].

Проте недостатня увага приділялася питанню підвищення мікробіологічної чистоти паперу з макулатури для ВСГП з можливістю збереження необхідного рівня споживних властивостей.

Науковці світової паперової індустрії у своїх новітніх розробках пропонують підвищувати мікробіологічну чистоту ВСГП шляхом введення до паперової маси наночасток срібла, що забезпечує антибактеріальний ефект [7]. Проте така технологія є високоартісною та складною для впровадження в умовах вітчизняних паперових підприємств.

Тому наразі досить актуальним завданням є створення паперу з макулатури для ВСГП високої мікробіологічної чистоти та з поліпшеним комплексом фізико-механічних властивостей.

Метою дослідження є розроблення паперу для ВСГП з вторинної сировини із підвищеним рівнем мікробіологічної чистоти шляхом використання біоцидних препаратів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- здійснити вибір ефективних та безпечних біоцидних препаратів;
- встановити вміст біоцидних препаратів у композиції паперу, який забезпечує найвищі бактерицидні властивості;
- дослідити можливість використання обраних біоцидних препаратів у виробництві паперу для ВСГП;
- встановити вплив біоцидів на фізико-механічні властивості паперу для ВСГП.

Матеріали та методи. Для отримання паперу з високим рівнем мікробіологічної чистоти було проведено попередні дослідження біоцидних препаратів з метою вибору ефективних. У результаті досліджень обрано препарати «Асептодин» та «Біоцид-354» [3]. Основною діючою речовиною препарату «Асептодин» є полігексаметиленгуанідин гідрохлорид, а «Біоцид-354» - полігексаметилен-гуанідинфосфат. Необхідно зазначити, що відповідно до висновків санітарно-епідеміологічної служби ці препарати мають дуже низьку токсичність, здатні легко нейтралізуватися в стічних водах біологічних відстійників. Обрані біоциди можуть бути рекомендовані для подальшої перевірки їхньої ефективної дії на паперову масу з вторинної сировини, виготовлену на промисловому виробництві.

Для проведення досліджень використовувалися зразки паперу, виготовлені з таких марок макулатури: МС-2А-2, МС-3А – 70 % та МС-10В – 30 %, які попередньо пройшли флотаційне очищення. Макулатурну масу було розмелено до ступеня помелу 35-40°ШР, концентрація волокна становила 1,6-2,8 %. Біоцидні препарати дозувалися у макулатурну масу безпосередньо перед формуванням паперового полотна. Таке місце введення бактерициду обумовлено тим, що маса у подальшому більше не підлягає розбавленню зворотною водою, яка може додатково забруднювати папір. Для контролю було обрано зразок паперу, виготовлений з макулатурної маси марок МС-2А-2, МС-3А – 70 % та МС-10В – 30 %, який у своєму складі не містив біоцидних речовин.

У дослідженнях, проведених з метою встановлення можливості використання обраних біоцидних препаратів шляхом визначення їх впливу на фізико-механічні та мікробіологічні показники паперу, було виготовлено по три зразки паперу з використанням препаратів «Асептодин» та «Біоцид-354», які відрізнялися вмістом бактерицидної хімічної речовини: зразки із вмістом біоциду 25 г/т продукції, зразки із вмістом біоциду 50 г/т продукції, зразки із вмістом біоциду 100 г/т продукції.

У ході досліджень, спрямованих на визначення можливості використання біоцидного препарату у виробництві паперу для ВСГП з метою зниження мікробіологічного забруднення та дослідження його впливу на власти-

вості паперу було виготовлено такі зразки паперу для ВСГП: зразок 1 – папір з макулатурної маси без обробки біоцидом; зразок 2 – папір, виготовлений з маси, що була попередньо оброблена біоцидом; зразок 3 – папір, поверхня якого оброблена біоцидом.

За умови виготовлення паперу з попередньо обробленої макулатурної маси, витрати біоциду становили 50 г у перерахунку на тонну продукції. У випадку, коли біоцид наносили на поверхню сформованого полотна, витрати були зменшені до 25-30 г/т продукції.

У ході досліджень перевірялися такі показники: маса паперу площею 1 м², опір продавлюванню, руйнівне зусилля та навантаження, розривна довжина, товщина, капілярне всмоктування в середньому з двох напрямів, білість та мікробіологічне забруднення.

Дослідження фізико-механічних показників паперу проведено за стандартними методиками, прийнятими у целюлозно-паперовій галузі [8-12].

Визначення кількості мікробіологічного забруднення паперу відбувалося шляхом ви-

користання тест-систем Orion Diagnostica (Фінляндія). Використовувався комплекс Easycult TTC, що являє собою готове до використання середовище для визначення рівня загальної мікробіологічної кількості аеробних та анаеробних мікроорганізмів. Отримані результати порівнювали з даними інструкції і відповідно визначали слабкий, середній та високий ступені зараження паперу патогенною мікрофлорою.

Дослідження проводилися спільно з фахівцями ПАТ «Український науково-дослідний інститут паперу» (УкрНДІП).

Результати досліджень. Крім бактерицидної дії, важливими властивостями біоцидів є забезпечення необхідного рівня фізико-механічних властивостей паперу або їхнього покращення. Було досліджено вплив витрат біоцидних препаратів на фізико-механічні властивості паперу з макулатури. Для контролю використано зразок паперу з макулатури, що у своїй композиції не містив біоцидів (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-механічні показники паперу з макулатури, виготовленого з використанням різних біоцидних препаратів

Найменування показників	Значення показника за різних витрат біоцидів						
	Без біоциду	Біоцид – 354, витрати, г			Асептодин, витрати, г		
		25	50	100	25	50	100
Маса паперу площею 1 м ² , г	79	80	81	82	79	79	81
Опір продавлюванню, кПа	1,42	1,42	1,48	1,50	1,38	1,40	1,45
Руйнівне навантаження в середньому з двох напрямів, Н	40	40	42	45	40	42	44
Розривна довжина, м	3200	3280	3220	3010	3082	3100	3060

Отримані дані засвідчили, що препарати «Біоцид-354» та «Асептодин» не знижують фізико-механічні властивості отриманого паперу та забезпечують їх необхідний рівень. Зразки паперу, виготовлені з використанням

цих препаратів, було передано на мікробіологічне дослідження до Інституту гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва. Дані дослідження наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Вплив біоцидних препаратів на мікробіологічне забруднення паперу

Найменування показників	Назва біоцидного препарату, витрати, г/т					
	«Біоцид-354»			«Асептодин»		
	25	50	100	25	50	100
Загальна кількість мікроорганізмів	10 ⁴	0	0	10 ⁴	0	0
Наявність дріжджів	10 ³	0	0	10 ³	0	0
Наявність грибів	+	0	0	+	+	0

Встановлено, що максимальний біоцидний ефект препарату «Біоцид-354» досягається вже за введення у кількості 50 г/т продукції. Препарат «Асептодин» має дещо нижчі біоцидні властивості відносно грибів, тому його варто вводити у кількості 100 г на т продукції. Отже, для подальших досліджень, спрямованих на отримання паперу для ВСГП

з високим ступенем мікробіологічної чистоти, було обрано препарат «Біоцид-354», оскільки він характеризується високою ефективністю за невеликих витрат. Результати дослідження зразків паперу для ВСГП, виготовлених з використанням препарату «Біоцид-354», наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Властивості зразків паперу для ВСГП, виготовлених з використанням препарату «Біоцид-354»

Найменування показника	Норма згідно НД [13]	Значення показників досліджуваних зразків		
		Зразок 1 (без обробки)	Зразок 2 (обробка маси)	Зразок 3 (обробка поверхні паперу)
Маса паперу площею 1м ² , г	32,0 ± ^{2,0} _{3,0}	32,0	32,1	32,2
Товщина, мм	Не нормується	0,614	0,661	0,635
Капілярне всмоктування в середньому з двох напрямів, не менше, мм	22	28	26	24
Руйнівне зусилля, Н, не менше:				
у машинному напрямі	3,0	3,8	4,2	4,4
у поперечному напрямі	1,7	2,0	2,2	2,3
Білість, %	Не нормується	64	64	60

Як видно з отриманих даних, використання препарату «Біоцид-354» не погіршує фізико-механічні властивості паперу для ВСГП. Відмічено, що за обробки макулатурної маси біоцидом підвищуються міцнісні характеристики паперу: на 10 % зростає руйнівне зусилля у машинному та поперечному напрямках паперу, виготовленого з маси, що була попередньо оброблена «Біоцид-354» порівняно зі зразком паперу без оброблення; на 15 % - паперу, поверхня якого оброблена даним препаратом.

Також відзначено, що використання біоциду у композиції паперу з макулатури суттєво знижує вбирну здатність, що є важливим показником для ВСГП: капілярне всмоктування в середньому з двох напрямів залишається на рівні, регламентованому вимогами нормативних документів. Це стосується і естетичних властивостей паперу: показник білості знаходиться на рівні 60-64 %, що є досить високим для паперу з макулатури. Таким

чином, доведено можливість використання препарату «Біоцид-354» у виробництві паперу для ВСГП з метою підвищення його мікробіологічної чистоти, забезпечуючи при цьому необхідний рівень фізико-механічних та естетичних показників.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальшого розвитку у даному напрямку. У ході досліджень доведено можливість розроблення паперу для ВСГП з макулатурної маси, що має підвищений рівень мікробіологічної чистоти. Встановлено ефективність використання екологічно безпечного біоцидного препарату «Біоцид-354» у виробництві паперу для ВСГП. Визначено витрати цього хімічного реагента на рівні 50 г/т готової продукції, що забезпечує стійку бактерицидну дію. Ефективність препарату зберігається за введення безпосередньо у масу і за оброблення поверхні паперу. Спосіб оброблення доцільно обрати залежно від цільового призначення паперової продукції. Для виробів

одностороннього контакту (простирадла, пелюшки, медичні халати, бахіли) доцільно обробляти поверхню паперу, у такому разі витрати препарату будуть найменші (25-30 г/т). Для таких виробів, як туалетний папір та серветки необхідно біоцид додавати в масу, щоб ефект знезараження зберігався з обох сторін виробу. За результатами досліджень встановлено, що використання біоцидного препарату «Біоцид-354» не погіршує фізико-хімічні властивості паперу, одночасно забезпечуючи зростання міцнісних показників.

Таким чином, отримані результати досліджень дають можливість розширити сировинну базу, підвищити якість паперу з макулатури та формувати сегмент нових ВСГП спеціального призначення з високими гігієнічними властивостями. Ці дослідження набудуть подальшого розвитку у науковій роботі, спрямованій на формування нових видів паперу для ВСГП зі спеціальними властивостями.

Список літератури

1. Андрієвська Л. В. Проблеми використання макулатури у виробництві паперу санітарно-гігієнічного призначення: економічні та екологічні аспекти / Л. В. Андрієвська, Т. Г. Глушкова, Л. В. Токаренко // Вісник ДонНУет. – 2011. – № 1 (49). – С. 142–154.
2. Андриевская Л. В. Пути решения проблемы использования макулатуры при производстве бумаги санитарно-гигиенического назначения / Л. В. Андриевская, Т. Г. Глушкова // Качество и полезность в экономической теории и практике : материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф., 25-26 ноября 2010 г. – Новосибирск, Россия : Новосибирский гос. ун-т экономики и управления, НИИХ, Академия проблем качества, 2010. – С. 35–39.
3. Андрієвська Л. В. Використання біоцидів у виробництві паперу санітарно-гігієнічного призначення / Л. В. Андрієвська // Товарознавчий вісник Луцького національного технічного університету. – 2011. – № 3. – С. 8–13.
4. Андриевская Л. В. Выбор и обоснование биоцидных препаратов для производства бумажных изделий санитарно-гигиенического назначения / Л. В. Андриевская // Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 18 февраля 2011 г. – Киров : Кировская гос. мед. академия, 2011. – С. 5–7.
5. Мороз В. М. Нове в технологічних процесах виробництва паперу та картону з макулатури / В. М. Мороз, А. А. Остапенко // Упаковка. – 2011. – № 1. – С. 20-23.
6. Повышение качества бумаги из макулатуры химическими функциональными веществами / [А. А. Остапенко, В. Н. Мороз, В. А. Барбаш и др.] // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 187-190.
7. Kavitha Sankar P. C. Biological evaluation of nanosilver incorporated cellulose pulp for hygiene products / P. C. Kavitha Sankar, Reshmi Ramakrishnan, M. J. Rosemary // Materials Science and Engineering: C. – 2016. – Vol. 61. – P. 631–637.
8. ДСТУ 2297–93. Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1 м². – [Чинний від 1996–01–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 1996. – 19 с.
9. ДСТУ 2334–94. Папір та картон. Визначення міцності під час розтягування. Частина 1. Метод навантажування з постійною швидкістю – [Чинний від 1998–01–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 1997. – 10 с.
10. ГОСТ 12602–93. Бумага и картон. Определение капиллярной впитываемости. Метод Клемма. – [Введ. 1995–01–01]. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 7 с.
11. ДСТУ ISO 2470:2005. Папір, картон і целюлоза. Вимірювання коефіцієнта дифузного відбиття в синьому світлі (білість за ISO). – [Чинний від 01–07–2006]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с.
12. ДСТУ EN 20534:2005. Папір і картон. Визначення товщини і уявної щільності одиничного аркуша та в стосі (EN 20534:1993, IDT). – [Чинний від 2006–07–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с.
13. ДСТУ 4266:2003. Папір туалетний із макулатури. Технічні умови/ – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 7 с.

References

1. Andriievskaya L. V., Glushkova T. G. and Tokarenko, L. V. (2011) Problems of the use of waste paper to manufacture paper for sanitary purposes, economic and environmental aspects. *Visnyk DonNUET*, (1), pp. 142-154 [in Ukrainian].
2. Andriievskaya, L. V., Glushkova, T. G. (2010) Ways of solving the problem of the use of waste paper in the production of tissue paper: *Kachestvo i poleznost' v ekonomicheskoy teorii i praktike*: proceedings of the 5th Intern. scient. and pract. conf., Novosibirsk, pp. 35-39 [in Russian].
3. Andriievskaya, L. V. (2011) Biocides usage at the production of sanitary-hygenic paper. *Tovarovnavchyj visnyk Luc'kogo nacional'nogo tehničnogo universytetu*, (3), pp. 8-13 [in Ukrainian].
4. Andriievskaya, L. V. (2011) Selection and justification of biocidal preparations for the production of tissue paper products. *Aktual'nyye problemy potrebitel'skogo rynku tovarov i uslug*: materials of All-Russian scient.-pract. conf. Kirov, pp. 5-7 [in Russian].
5. Moroz, V. M., Ostapenko, A. A. (2011). The new in manufacturing processes of the production of paper and cardboard from recycled paper. *Upakovka*, (1), pp. 20-23 [in Ukrainian].
6. Ostapenko, A. A., Moroz, V. N., Barbash, V. A. et al. (2012) Improving the quality of paper from waste paper by chemical functional substances. *Himija rastitel'nogo syr'ja*, (1), pp. 187-190 [in Russian].
7. Kavitha, Sankar P. C., Ramakrishnan, Reshmi & Rosemary, M. J. (2016). Biological evaluation of nanosilver incorporated cellulose pulp for hygiene products. *Materials Science and Engineering: C*, Vol. 61, pp. 631–637.
8. DSTU 2297–93 (1996) Semi-finished fiber, paper and cardboard. Method of determining the mass production area of 1 m². [Effective as of 01.01.1996]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 19 p. [in Ukrainian]
9. DSTU 2334–94 (1997) Paper and cardboard. Determination of strength during stretching. Part 1. Method of loading with constant speed. [Effective as of 1998-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 10 p. [in Ukrainian].
10. GOST 12602-93. Paper and cardboard. Definition of capillary absorbency. Method of Klemm. -[Effective as of 01.01.1995]. Minsk: Mezhsos. sovet po standartizatsii, metrologiyi i sertifikatsii, 7 p. [in Russian].
11. DSTU ISO 2470:2005 (2006) Paper, cardboard and cellulose. Measuring of diffuse reflectivity factor in blue light (whiteness by ISO). [Effective as of 01.07.2006]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 12 p. [in Ukrainian].
12. DSTU EN 20534:2005 (2006) Paper and cardboard. Determination of thickness and apparent density of a single sheet and stack (EN 20534: 1993, IDT). [Effective as of 2006-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 12 p. [in Ukrainian].
13. DSTU 4266: 2003 (2004) Toilet paper of waste paper. Specifications [Effective as of 2004-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 7 p. [in Ukrainian].

L. V. Andriievskaya, Ph.D., senior lecturer
Kyiv National University of Trade and Economics
Kyoto str., 19, Kyiv, 02156, Ukraine
knteu.mila@mail.ru

INCREASE OF HYGIENIC PROPERTIES OF PAPER MADE OF RECYCLED PAPER BY THE USE OF BIOCIDAL PREPARATIONS

Background. Improving of consumer properties of tissue paper made of recycled paper is an important issue of global pulp and paper industry. Leading scientists are exploring the possibility of improving the quality of products through the introduction of paper pulp specialty chemicals. The main problem of the use of recycled paper in the production of tissue paper products is the low level of microbiological purity. To solve this problem is possible by processing paper pulp biocidal agent. With such treatment an important task is to maintain the required level of consumer properties of the paper.

The aim of this study is to develop tissue paper recycled with a high level of microbiological purity by the use of biocidal agent. The studies performed the following tasks: to make a choice of effective and safe biocide agent; to set contents of biocide agents in the composition of the paper, which provides the highest antibacterial properties; to explore the possibility of using the preferred biocide agents in the production of tissue paper; to determine the effect of biocides on physical and mechanical properties of tissue paper.

Materials and methods. *The samples of paper made from recycled mass produced with the use of a variety of biocidal agents are the objects of study. For the control the sample with no biocides is used. The research of paper properties of developed samples is performed by standard methods adopted in the pulp and paper industry. Microbiological purity is determined by paper samples of Orion Diagnostica test systems.*

Results. *It is found that the most effective biocide preparation is "Biocide-354." It is determined that the maximum bactericidal effect is provided by the agent consumption of 50 g / t of production. Biocidal agent of "Biocide-354" provides increased microbiological purity paper and does not degrade its physical and mechanical properties.*

Conclusion. *The survey results make it possible to create tissue paper with a high level of microbiological purity raw materials to expand and create paper products for special purposes.*

Keywords: *paper for products of hygiene and sanitary purpose, recycled paper, consumption properties, biocide preparations.*

Стаття надійшла до редакції 08.12.2015.

*Рецензенти: Л. А. Коптюх, д.т.н., професор,
Я. М. Корнієнко, д.т.н., професор*