

О.О. Струмінська¹, С.А. Курта¹, О.Л. Воронич¹, М.С. Курта²

Переробка та утилізація відходів рулонів шпалер з полімерним покриттям

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

²Університет Південної Флориди, м. Тампа, США

Розроблено технологію утилізації паперових відходів і макулатури, в першу чергу шпалер з лакофарбовим полімерним покриттям. Технологія утилізації та переробки паперових відходів з лакофарбовим покриттям та шпалер включає в себе: на першій стадії подрібнення паперових відходів з лакофарбовим полімерним покриттям на дробарці рубально-дискового типу, на другій стадії – подрібнення за допомогою барабанної дробарки з відділенням целюлозної волокнистої основи (паперу) від лакофарбового полімерного покриття, на третій стадії – розділення 2-х фракцій – полімерного лакофарбового покриття та целюлозної волокнистої основи – паперу в повітряному потоці за допомогою спеціально сконструйованих циклона та матерчатого фільтра.

У результаті здійснення цього процесу з паперових відходів-макулатури з лакофарбовим покриттям можна одержати 50-95 % чистої целюлози та 5-50 % твердих лакофарбових відходів, при цьому целюлозу можна використати для повторного одержання технічного паперу, пакувального картону і флізеліну, а також як структурний наповнювач для виробництва безазбестового шиферу, для виробництва паливних брикетів і палет, а лакофарбові відходи використовувати як наповнювач для будівельних та полімерних композиційних матеріалів.

Ключові слова: паперові відходи, шпалери з лакофарбовим покриттям, подрібнення, целюлозне волокно, полімерне покриття, розділення, композиційні матеріали.

O.O. Struminska¹, S.A. Kurta¹, O.L. Voronych¹, M.S. Kurta²

Wastes of Polymer Coated Wallpapers Processing and Recycling

¹Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine

²University of Florida, Tampa, USA

Technology of recycling waste paper including polymer coated wallpaper developed. Technology of recycling waste paper including polymer coated wallpaper includes the first stage of shredding waste paper with chopper-disk and milling of second stage using the threshing disintegrator with separation of cellulose fiber of paper. The third stage, separation 2 fractions: polymer and cellulose fiber in the air flow through the cyclone and fabric filter.

As a result of this process polymer coated waste paper we can get 50-95% of pure cellulose and 5-50% solid polymer waste, while cellulose can be used to re-obtain technical paper, packaging carton, as a structural filler in the construction industry, for the production of asbestos-free slate for production of fuel briquettes and pallets and polymer wastes can be used as filler for construction and polymer composite materials.

Key words: waste paper, polymer coated wallpaper, shredding, cellulose fiber, polymer coating, separation, composite materials.

Стаття постуила до редакції 18.03.2011; прийнята до друку 20.04.2011.

Вступ

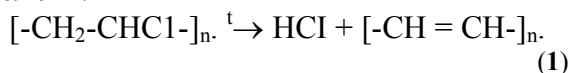
На виробництві шпалер накопичується велика кількість відходів бракованих рулонів шпалер, які складаються з флізелінової або целюлозної (паперової) основи, покритої полімерною [поліві-

нілхлорид (ПВХ) та ін.] плівкою, яка містить компоненти, а саме: пластифікатори, наповнювачі, пігменти та барвники [1-3].

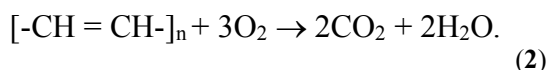
Від 5 % до 12 % продукції виробництва є некондиційним браком, а це близько 100 млн. рулонів шпалер тільки в Україні, утилізація яких

спалюванням утруднена [4-6]. При спалюванні ПВХ, який є погано горючим матеріалом, утворюються токсичні речовини, такі як хлороводень, фосген і діоксини.

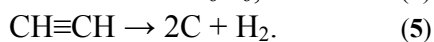
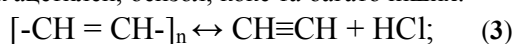
На першій стадії горіння проходить деструкція і дегідрохлорування ПВХ, яке супроводжується відщепленням хлороводню з утворенням поліенів:



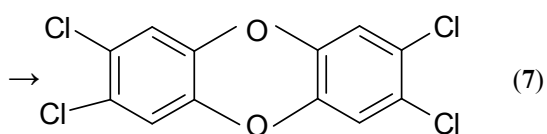
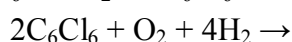
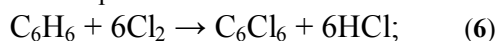
На другій стадії спочатку проходить горіння поліенів:



А також проходить ряд побічних реакцій, при яких утворюються небажані побічні продукти, такі як ацетилен, бензол, кокс та багато інших:



Найбільшу небезпеку при спаленні ПВХ становлять хлорзаміщені дібензо-пара-діоксини та дібензофурани, що утворюються при неповному (особливо – низькотемпературному) згорянні хлорорганічних речовин:



Діоксини є надзвичайно небезпечними токсикантами.

Тому, утилізація таких шпалер спалюванням є нерентабельною та дуже небезпечною з екологічної точки зору [7]. Переробка шпалер та використання їх як макулатури також утруднене через велику кількість домішок на поверхні паперу або флізеліну. Тому, для подальшої переробки та використання таких відходів необхідно відділити паперову-целюлозну чи флізелінову основу від покриття.

Хемічні та термохімічні способи переробки паперових відходів з полімерним покриттям дозволяють забезпечити високу ступінь чистоти регенованих волокон, але вимагають значної витрати реактивів, істотно забруднюють стоки і виключають можливість утилізації полімерних матеріалів покриття [8]. Ці способи базуються на введенні в масу спеціальних хемічних реагентів, що розчиняють матеріал покриття або сприяють його відокремленню від основи. Ефективність обробки значно підвищується, якщо відходи попередньо подрібнюються «сухим» способом. Попереднє «сухе» подрібнення відходів дозволяє істотно скоротити витрату води, енергії і хемікатів, спростити технологічний процес видалення плівки, дає можливість її подальшого використан-

ня. Однак, такий процес все ж буде економічно неефективним для переробки відходів виробництва шпалер, які містять до 40-60 % полімерного покриття [9].

I. Експериментальна частина

Автори розробили спосіб переробки цих відходів за допомогою двох етапів подрібнення [10]. На першому етапі паперові відходи з лакофарбовим покриттям проходили через рубальну дробарку (рис. 1), а на другому – плосконожову або молоткову дробарку (рис. 2) з розділенням целюлозної волокнистої основи – паперу від лакофарбового покриття. Далі відбувалася сепарація – виділення 2-х фракцій: лакофарбового покриття та целюлозної волокнистої основи (паперу або флізеліну).

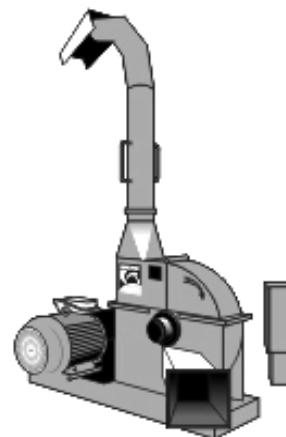


Рис. 1. Промислова дробарка рубально типу, що застосовувалася на першому етапі подрібнення відходів.

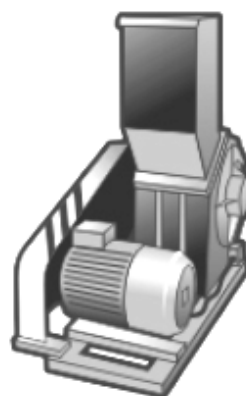


Рис. 2. Промислова дробарка барабанного типу, що застосовувалася на другому етапі подрібнення відходів.

II. Результати та обговорення

У результаті здійснення розробленого процесу з паперових відходів (макулатури) з лакофарбовим покриттям можна одержати 50-95 % чистої целюлози або флізелінової основи, а також 5-50 % твердих лакофарбових відходів, при цьому

целюлозу можна використати для повторного одержання паперу, в будівельній промисловості, а також для виготовлення пресованих брикетів для опалення приміщень. Лакофарбові відходи можна використовувати, як наповнювач для полімерних композицій та будівельних матеріалів.

Відходи, що на першому етапі пройшли через рубальну дробарку рис. 3, фракціювалися для визначення розміру частинок, що утворилися. На цьому етапі целюлоза не відділяється від полімерного покриття. А основна кількість частинок паперу з нанесеним полімерним лакофарбовим покриттям має площу 15-100 см².



a



б

Рис. 3. Попередньо подрібнені на першому етапі відходи рулонів шпалер: *a* – червоні шпалери з 60% ПВХ покриттям; *б* – світлі шпалери з 40% ПВХ покриттям, що подрібнені на промисловій рубальній дробарці.

На другому етапі дослідження, на барабанній дробарці були вторинно подрібнені відходи першого етапу дроблення рулонів шпалер (рис. 4). Для визначення ефективності розділення відходи фракціювалися за допомогою чотирьох сит з діаметром отворів: $1 < D < 7$ мм, $S = 20 \times 2$ мм, $S = 25 \times 2$ мм та $D > 7$ мм. Таким чином, одержували п'ять фракцій. Фракція з найбільшим розміром частинок $D > 7$ мм складалася з відділених волокон целюлози (рис. 4), а найдрібніша фракція $1 < D < 7$ мм складалася з шматочків полімерного

покриття. Три проміжні фракції містили суміш не відділених шматочків паперу з кусочками покриття і без нього різного розміру неправильної форми. При переробці шпалер з світлим покриттям частка найкрупнішої фракції, де містяться волокна целюлози, була меншою за цю ж фракцію при переробці темних відходів, однак, якість одержаних волокон, у випадку з світлими шпалерами, була значно кращою і у більшій степені відділена від полімеру.

Після розсіву подрібнених таким чином шпалер одержували целюлозу до 45-60 % за масою (рис. 5), та 70-90 % по об'єму (рис. 6) у фракції, що складалася з целюлозних або флізелінових волокон.



Рис. 4. Відділені на промисловій дробарці барабанного типу волокна целюлози.

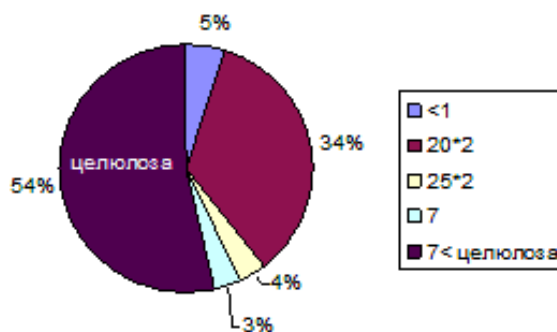


Рис. 5. Кругова діаграма масового розподілу частинок промислово подрібнених шпалер на дробарці барабанного типу.

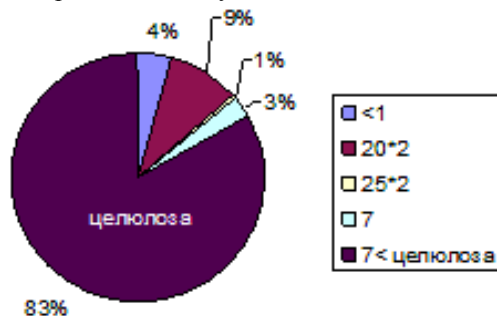


Рис. 6. Кругова діаграма об'ємного розподілу частинок промислово подрібнених шпалер на барабанній дробарці.

Висновки

1. Розроблений спосіб дає високий ступінь розділення подрібнених відходів шпалер та однорідність фракцій, що їх складає.

2. Під час переробки відходів розробленим способом відсутні шкідливі газові і пилові викиди в атмосферу і скидання стічних вод у водойми.

3. Розроблений спосіб є універсальним для переробки відходів целюлозно-паперового виробництва, макулатури та особливо рулонів шпалер з лакофарбовим (полімерним) покриттям, що забезпечує їх комплексну утилізацію 100 % бракованих шпалер з одержанням та повторним використанням до 50-95 % целюлози в рамках одного сучас-

ного промислового комплексу, що забезпечує: екологічну безпеку виробництва в цілому; економію 50-60% деревини та іншої природної сировини при виробництві паперу і флізеліну; зберігає наші ліси від повного винищення і зникнення.

4. При цьому способі переробки і утилізації бракованих рулонів шпалер, целюлозу можна використати для повторного одержання технічного паперу, пакувального картону і флізеліну, а також як структурний наповнювач для виробництва безазбестового шиферу, для виробництва паливних брикетів і палет, а лакофарбові відходи використовувати як наповнювач для будівельних та полімерних композиційних матеріалів.

Література

1. **Способ переработки целлюлозосодержащих отходов:** Пат. Рос. Фед. МКИ D21B1/32/ С.Б. Ефимов; П.С. Осипов; А.Е. Гушин; Артык Ахмедов; Л.А. Галкина. – № 2177060; Заявл. 29.03.2001; Оpubл. 20.12.2001.
2. **Ванчаков М.В.** Выделение макулатуры из бытовых отходов и ламинированных бумаг // Современная технология и системы подготовки бумажной массы: Международная научно-практическая конференция. – Санкт-Петербург, 28-29 лютого 2008 г. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 55-58.
3. **Макулатура паперова й картонна.** Технічні умови: ДСТУ 3500:2009 – [Чинний від 01.01.2011 р.]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 15 с.: табл. – (Національний стандарт України).
4. **Способ переработки бумажной макулатуры,** содержащей соединения тяжелых и цветных металлов: Пат. Рос. Фед. МКИ D21C5/02 / А.С. Лыков; Т.М. Никитина. – № 2140476; Заявл. 20.01.1998; Оpubл. 27.10.1999.
5. **Способ переработки бумажной макулатуры:** Пат. Рос. Фед. МКИ D21B1/00, D21B1/02/ А.М. Кряжев; Ф.В. Шпаков; А.И. Глазунов. – № 2019607; Заявл. 04.06.1992; Оpubл. 15.09.1994.
6. **Exner J.H.** Solving hazardous waste problems: learning from dioxins / Exner J.H. – Ed. Washington: Amer. Chem. Soc. – 1987. – Vol. 338. – 397 p.
7. **Process for Removing Printing Inks From Printed Wastepaper or From Papper Circuit Waters:** Пат. 5512134, США. МКИ D21C 5/02 / Peter Daute, Berthold Schreck, Klaus Hornfeck. Заявл. 25.06.1993; Оpubл. 30.04.1996. – 5 с.
8. **Спосіб переробки паперових відходів** (побутових та промислових) з плівковим покриттям, який включає сухе подрібнення, пневмосепарацію, просіювання, зволоження суміші частинок паперу і плівки і повторну сепарацію. Пат. Фр. 2263821 МКИ В03В9/06, D21B1/32. Оpubл. 1975 р.
9. **Способ переработки бумажных отходов:** Пат. Рос. Фед. МКИ D21B1/00, D21B1/02/ А.М. Кряжев; Ф.В. Шпаков; А.И. Глазунов. – № 2019607; Заявл. 04.06.1992; Оpubл. 15.09.1994.
10. **Спосіб утилізації та переробки целюлозовмісних та паперових відходів з лакофарбовим покриттям.** Пат. України. МКИ D21B1/32; D21B1/00; D21B1/02; D21C5/02; В07В1/28 / Курта С.А., Воронич О.Л., Миронюк І.Ф., Курта М.С. Заявл. 08.2011.

Струмінська О.О. – магістрант кафедри органічної та аналітичної хемії.

Курта С.А. – кандидат технічних наук, професор кафедри органічної та аналітичної хемії.

Воронич О.Л. – аспірант кафедри органічної та аналітичної хемії.

Курта М.С. – аспірант факультету механіки.

Рецензент

Сіренко Г.О. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної та фізичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.