

Obizhenko T.N., Movchan I.A., Boyko T.V. The Review of the Regulatory Framework for Determining the Width of Fire Barrier for Containment of Landscape Fires

The analysis of the existing regulatory framework to determine the width of fire barrier in phytocenoses is completed. The phases of landscape fire spreading are studied. The basic methods and technical means to locate and extinguish landscape fires are determined. It is established that the documents do not stipulate the creation of fire barriers for events localization and extinguishing landscape fires and the width of the barrier is only available during the cutting of trees, clearing and ploughing the soil, excluding power and intensity of fire spread because it is expedient to conduct complex studies in order to determine the value of the width of fire barrier.

Keywords: fire barrier, fire landscape, location, regulatory framework, fire spread.

УДК 662.818

Аспір. І.Р. Шепелюк – НЛТУ України, м. Львів

КЛАСИФІКАЦІЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ШЛАМУ, ШЛЯХИ ЙОГО УТИЛІЗАЦІЇ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ

Наведено класифікацію відходів целюлозно-паперового виробництва. Розглянуто та проаналізовано можливі напрями утилізації та повторного використання різних видів волокнистого шламу целюлозно-паперового виробництва у світовій практиці. Встановлено, що найбільш поширеними напрямками використання є його захоронення, компостування, спалювання тощо. Однак, найбільш перспективним як з екологічної, так і з економічної точки зору є використання його як наповнювача при виготовленні деревинних і будівельних композиційних матеріалів.

Ключові слова: целюлозно-паперове виробництво, первинний шлам, вторинний шлам, макулатурний шлам, утилізація, зола, відходи, композиційний матеріал.

Постановка наукового завдання. Целюлозно-паперове виробництво (ЦПВ) належить до провідних світових галузей, що зумовлено великою потребою в її продукції. Воно відіграє важливу роль у світовій економіці. Щорічно у світі виробляється приблизно 400 мільйонів тонн паперу та картону [1]. Споживання і виготовлення паперової продукції продовжує зростати в Азії, особливо в Китаї, і вже становить понад третину світового обсягу. На другому місці залишаються США. Протягом останніх років в період з 1991 по 2011 рік збільшилося виробництво паперу і у Європі [1].

Однак, внаслідок діяльності ЦПВ утворюється значна кількість твердих відходів, які спричиняють негативний вплив на навколишнє середовище. Тому, найбільш важливим завданням сьогодення є пошук шляхів контролю над кількістю цих відходів і вибір правильного способу їх утилізації. Використання відходів дасть змогу зберегти природні ресурси, призведе до зменшення техногенного навантаження на гідро- та атмосферу, а також у разі повторного використання відходів, дасть змогу одержати екологічно безпечні матеріали та сприятиме здешевленню основної продукції.

Виклад основного матеріалу. Усі відходи ЦПВ поділяються на відходи виробництва целюлози та відходи виробництва паперу, картону, паперових виробів і з картону. Їх класифікація наведена на рис. 1. Основна кількість відходів – шламу, утворюється при очищенні стічних вод на целюлозно-паперових виробництвах. Це створює передумови для пошуку альтернативного способу їх утиліза-

ції. У закордонній практиці існують різні варіанти утилізації та перероблення відходів [1]. Однак, способи їх використання, в основному, залежать від виду шламу.

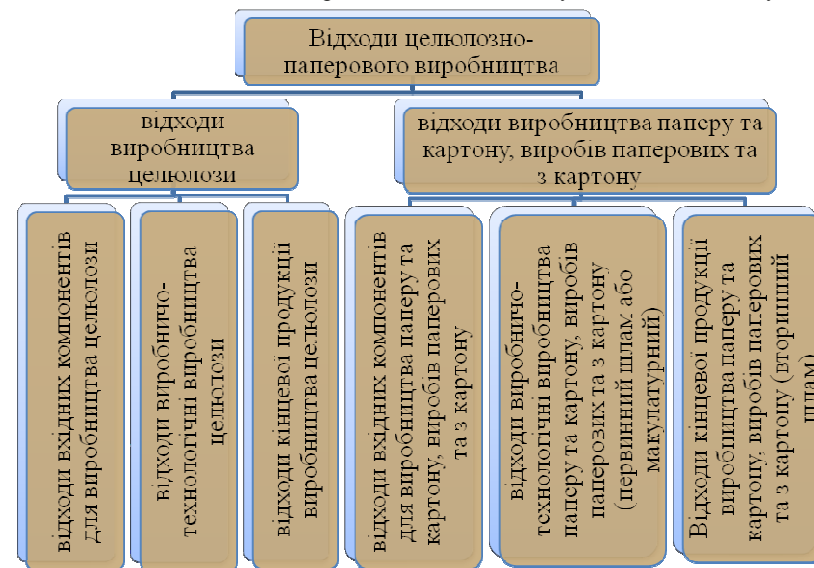


Рис. 1. Класифікація відходів ЦПВ

У разі використання деревинної сировини при виготовленні паперової продукції, при проясненні (очищенні) стічних вод на первинному локальному відстійнику утворюється первинний шлам. Він містить в своєму складі сукупність довгих волокнистих частинок та наповнювачів – мінеральних речовин (каоліну, карбонату кальцію, діоксиду титану і т.д.). Вторинний шлам, також відомий як біологічний, біогенний шлам або активний мул, утворюється при біологічному очищенні на загальнозаводських очисних спорудах. Він складається, в основному, з непатогенної бактеріальної маси і містить дрібні волокнисті частинки, наповнювачі та велику кількість білка.

Макулатурний шлам утворюється в процесі перероблення макулатурного волокна. Склад такого шламу залежить від типу використовуваного паперу, кількості і видів ступенів очищення. Загалом, макулатурний шлам містить високу частку золи, незначну кількість пошкоджених волокнистих частинок і залишки друкарської фарби [1]. Основні способи утилізації шламу наведено на рис. 2.

Найбільш поширеним способом утилізації шламу є його захоронення. Проте, такий спосіб призводить до серйозних екологічних проблем, які виникають внаслідок проникнення в ґрунт рідкої фази з відходів, особливо коли звалища розташовані на відносно проникних ґрунтах. Як наслідок, забруднюються підземні ґрунтові води, які є джерелом питної води [1, 2].

Прийнятними способами утилізації шламу є його компостування та вермікомпостування з метою отримання добрива для покращення якості ґрунту. Компост на основі шламу використовується як замітник торфу в садівництві, для боротьби з ерозією ґрунту, а також для зменшення захворювань рослин,

сільськогосподарських і плодівих культур. Однак, при використанні таких способів утилізації існує ймовірність внесення канцерогенних речовин у ґрунт, оскільки вторинний шлам може містити хлоровані органічні сполуки [1].



Рис. 2. Способи утилізації волокнистих шламів ЦПВ

У ЦПВ спостерігається багаторічна традиція спалювання відходів. Цей варіант утилізації шламу широко використовується для виробництва електроенергії [3]. Проте, шлам (особливо вторинний чи макулатурний), має низьку ефективність згоряння, збільшує концентрацію забруднення повітря та потребує високого інвестиційного капіталовкладення [1]. Для покращення оброблення, зберігання або характеристики згоряння, шлам можна переробляти у брикети або гранули [4].

Шлам з високим вмістом золи може утилізуватись шляхом рекультиваци (штучного відновлення) наповнювачів для отримання етанолу. Цей метод має ряд переваг, проте недостатньо вивчений для шламу паперового виробництва [1, 5, 6]. Шлам був вивчений, як субстрат для виробництва карбоксиметилцелюлози, активованого вугілля і целюлози [1]. Згідно з [7] промисловий біошлам є хорошим джерелом поживних речовин. Він був досліджений як сировина, що придатна для перетворення у молочну кислоту, яка є важливою органічною хімічною речовиною, та використовується у багатьох галузях промисловості. Молочна кислота отримана шляхом перетворення шламу може бути сировиною для акрилової, малонової кислот, а також екологічно-безпечних розчинників [1]. Шлам може бути опосередковано використаний (шляхом його перетворення) як сполучний матеріал для видалення іонів важких металів з води, видалення фенолів і як адсорбент для очищення жорстких поверхонь.

Результати досліджень у роботі [8] показали, що волокнистий шлам може слугувати сировиною для виготовлення бактеріальної целюлози та ферментів шляхом його послідовної ферментації. Також, целюлозно-паперовий шлам може застосовуватися як перспективний субстрат для виробництва клітинних білків з метою використання його в кормах тварин. Є придатною сировиною для анаеробного зброджування з метою отримання біогазу [1].

Ще одним способом перероблення первинного шламу є його термічне розкладання, внаслідок якого утворюється біовугілля. Біовугілля містить високу частку мінералів, які є цінним джерелом поживних речовин. Його застосовують також для підвищення родючості ґрунтів, що сприяє збільшенню продуктивності сільського господарства.

Окрім різних способів утилізації шламу, останнім часом все більше приділяється увага їх повторного використання. Основні варіанти повторного використання відходів ЦПВ наведено на рис. 3.

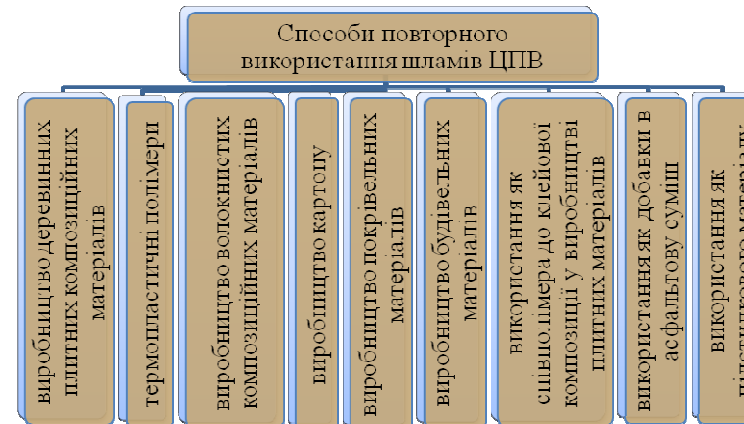


Рис. 3. Способи повторного використання шламів ЦПВ

Промислові можливості повторного використання шламу розділяються на дві категорії: ті, що потребують високого вмісту неорганічних і мінімальної кількості органічних сполук, інші – високого вмісту волокна та низького вмісту мінеральних речовин. При використанні шламу у виробництві деревинних композиційних матеріалів важливе значення має високий вміст волокнистих частинок, при виготовленні будівельної продукції – наповнювачів, а при виготовленні покрівельних матеріалів має значення високий вміст волокна та наповнювачів. Для правильного підбору певного виду шламу у виробництві тих чи інших матеріалів необхідно знати речовий та хімічний склад відходів [1].

Як наповнювач, шлам може використовуватися при виготовленні таких деревинних композиційних матеріалів як стружкова плита, MDF, волокниста плита. Результати досліджень щодо використання шламу при виготовленні таких матеріалів довели, що застосування його є можливим при обґрунтованому процентному співвідношенні щодо інших компонент композиції для отримання матеріалу із задовільними властивостями. Первинний шлам, який додається в суміш композиції має значення армувального компонента, оскільки містить велику кількість волокнистих частинок. Вторинний шлам може додаватися як співполімер до клейової композиції, оскільки містить в своєму складі білок. При виготовленні композитів первинний шлам може змішуватися з макулатурним або вторинним шламом [1].

Нещодавно проведені дослідження довели можливість використання суміші первинного та вторинного шламів, як альтернативу деревному борошну, при

виготовленні термопластичних полімерів. Результати досліджень показали, що первинний шлам слугує армувальним компонентом і покращує механічні властивості матеріалу. Вміст вторинного шламу в складі композиції на всіх етапах досліджень негативно впливав на фізичні та механічні властивості термопластів [9].

Окрім плитного виробництва шлам може використовуватися і при виготовленні яєчних, фруктових лотків, промислової пакувальної продукції, одноразових виробів призначених для громадського харчування тощо. Відома практика використання шламу при виготовленні картону, який виготовляється із 100 % переробленого волокна [1, 10]. Існують напрацювання щодо застосування целюлозно-паперового шламу при виготовленні ізоляційних (теплоізоляційних, акустично-ізоляційних) та вогнестійких матеріалів. Використання шламу при виготовленні таких матеріалів може замінити натуральне волокно.

Ще однією можливістю застосування шламу є будівельна галузь. Тут, зазвичай, використовується як наповнювач макулатурний шлам, що містить високу частку золи. Було досліджено, що при поєднанні портландцементу із макулатурним шламом можна одержати композиційні матеріали, придатні для виготовлення будівельних блоків, стінових панелей тощо. Зола макулатурного шламу є цінною сировиною для виробництва цементу та цементної продукції, оскільки містить у своєму складі велику частку діоксиду кремнію, алюмінію та карбонату кальцію. Однак, вміст шламу в композиції немає перевищувати 10 %, оскільки збільшення його вмісту призводить до зниження механічної міцності композитів. У роботі [11] досліджувалася можливість використання золи шламу для часткової заміни цементу при виготовленні нового виду бетону.

Макулатурний шлам може застосовуватись при виготовленні керамічних матеріалів (цегли). Однак, на основі проведених досліджень було зроблено висновок про те, що наявність шламу у композиціях для виготовлення керамічної цегли призводила до погіршення механічних властивостей виробів, нестабільності форми та розмірів матеріалу. Єдиним позитивним результатом було те, що зменшувалась щільність матеріалу [1]. Відходи целюлозного виробництва також можуть використовуватись при виготовленні гіпсокартону. Теоретично, волокнисті частинки шламу покращують механічні властивості матеріалу, забезпечують йому пористу структуру та низьку щільність. Проте, можуть негативно впливати на вогнестійкість.

Досить цікавою концепцією використання целюлозно-паперового шламу є застосування його як деревного клею. Існують напрацювання, де досліджувалася фанера, в якій листи шпону склеювали між собою за допомогою фенолоформальдегідних смол і різних видів шламу. Плити на основі ФФС/первинного шламу та ФФС/вторинного шламу володіли кращими механічними властивостями, ніж на основі ФФС/макулатурного шламу. Тому макулатурний шлам, порівняно з первинним і вторинним, не оцінюється як потенційний компонент до клейової композиції, насамперед внаслідок високого вмісту золи в його складі [1].

Паперовий шлам може використовуватись як добавка в асфальтову суміш для дорожнього покриття. Як відомо, волокнисті добавки сприяють зменшенню шуму, забезпечують підвищене зв'язування, еластичність і довговічність тротуарів. Деякими підприємствами розглядалася можливість використання первинного шламу як підстилкового матеріалу для утримання кошенят і у птахівництві [1].

Цікавими є нові варіанти утилізації шламу, такі як теплові процеси, газифікація та піроліз, хоча вони потребують вдосконалення технологій. Гідроліз, який проводиться для отримання етанолу, має ряд переваг, але недостатньо вивчений для паперового шламу. Способи відновлення сировини зі шламу є надто дорогими і їх вплив на навколишнє середовище не вивчено.

Висновок. Отже, целюлозно-паперовий шлам, залежно від виду, може утилізуватися та перероблятися найрізноманітнішими способами.

Найбільш поширеним варіантом утилізації на сьогодні є захоронення. Однак, такий спосіб утилізації спричиняє негативний вплив на довкілля, що призводить до пошуку нових способів екологічного перероблення відходів. Прийнятними способами утилізації шламу (особливо високозольного) є його компостування та вермікомпостування для отримання удобрювального матеріалу, що використовується для покращення якості ґрунту.

Спалювання, як варіант утилізації шламу, застосовується для виробництва електроенергії. Проте, має низьку ефективність згоряння, збільшує концентрацію забруднення повітря та потребує високого інвестиційного капіталовкладення.

Шлам з високим вмістом золи може утилізуватись шляхом рекультивациі наповнювачів для отримання етанолу та має ряд переваг, проте, недостатньо вивчений для шламу целюлозного виробництва.

Шлам був вивчений як субстрат для виробництва карбоксиметилцелюлози (КМЦ), активованого вугілля, целюлози та молочної кислоти. Він може безпосередньо додаватися в кормові суміші тварин для збільшення поживних речовин. Волокнистий шлам може бути сировиною для виробництва бактеріальної целюлози. Ще одним способом перероблення шламу є його термічне розкладання для отримання біовугілля. Також, відходи целюлозно-паперового виробництва є придатною сировиною для анаеробного зброджування для отримання біогазу.

Останнім часом все більше приділяється увага щодо використання шламу як наповнювача при виготовленні деревинних і будівельних композиційних матеріалів. Для виробництва деревинних плит частіше використовують первинний та вторинний шлами, у будівельній галузі – макулатурний шлам. Целюлозно-паперові відходи можуть також використовуватись як добавка в асфальтову суміш для дорожнього покриття.

Однак, не дивлячись на різноманітність варіантів утилізації та перероблення шламу, дані способи не знайшли ефективного застосування. Тому пошук альтернативного методу використання відходів целюлозно-паперового виробництва і надалі є основною проблемою, а мінімізація відходів як і раніше має високий світовий пріоритет.

Література

1. Bajpai P. Management of Pulp and Paper Mill Waste / P. Bajpai. – Switzerland. Springer International Publishing, 2015. – 193 p.
2. Buswell A.M. Mechanism of methane fermentation / A.M. Buswell, H.F. Mueller // Ind. End. Chem. – 1952. – Vol. 44, № 3. – Pp. 550-552.
3. Xu C. Conversion of secondary pulp/paper sludge powder to liquid oil products for energy recovery by direct liquefaction in hot-compressed water / C. Xu, J. Lancaster // Water Res. – 2008. – № 42. – Pp. 1571-1582.

4. David P.K. Converting paper, paper mill sludge and other industrial wastes into pellet fuel / P.K. David // Tappi Press, USA. – 1995. – Pp. 365-367.
5. Prasetyo J. Waste paper sludge as a potential biomass for bioethanol production / J. Prasetyo, E.Y. Park // Korean J. Chem. Eng. – 2013. – Vol. 30, № 2. – Pp. 253-261.
6. Marques S. Conversion of recycled paper sludge to ethanol by SHF and SSF using / S. Marques, L. Alvers, J.C. Roseiro, M.S. Girio // Pichia stipitis. Biomass Bioenergy. – 2008 a. – № 32. – Pp. 400-406.
7. Domke S.B. Mixed acid fermentation of paper fines and industrial biosludge / S.B. Domke, C. Aiello-Mazzari, M.T. Holtzapfel // Bioresour Technol. – 2004. – № 91. – Pp. 41-51.
8. Cavka A. Production of bacterial cellulose and enzyme from waste fiber sludge / A. Cavka, X Guo, S.J. Tang, S. Wenestrand, L.G. Jonsson, F. Feng Hong // Biotechnol Biofuels. – 2013. – № 6. – Pp. 25.
9. Soucy J. The potential of paper mill sludge for wood-plastic composites / J. Soucy, A. Koubaa, S. Migneault, B. Riedl // Industrial Crops and Products. – 2014. – № 54. – Pp. 248-256.
10. Kujala A. Papermaking sludge and possibilities of utilization as material / A. Kujala // Lappeenranta University of Technology, Bachelor Seminar of Environmental Technology. – 2012.
11. Ahmad S. Study of concrete involving use of waste paper sludge ash as partial replacement of cement / S. Ahmad, M. Iqbal Malik, M. Bashir Wani, R. Ahmad // JOSR. J. Eng. – 2013. – Vol. 3, № 11. – Pp. 6-15.

Шеплюк И.Р. Классификация целлюлозно-бумажного шлама, пути его утилизации и возможности использования

Приведена классификация отходов целлюлозно-бумажного производства. Рассмотрены и проанализированы возможные направления утилизации и повторного использования различных видов волокнистого шлама целлюлозно-бумажного производства в мировой практике. Установлено, что наиболее распространенными направлениями его использования является захоронение, компостирование, сжигание и тому подобное. Однако, наиболее перспективным как с экологической, так и с экономической точки зрения является использование его в качестве наполнителя в производстве древесных и строительных композиционных материалов.

Ключевые слова: целлюлозно-бумажное производство, первичный шлам, вторичный шлам, макулатурный шлам, утилизация, зола, отходы, композиций материал.

Shepelyuk I.R. Classification of Pulp and Paper Sludge, the Way of its Utilization and the Possibility of Using

The classification of waste pulp and paper production. Considered and analyzed possible areas of recycling and re-use of various kinds of fiber slurry pulp and paper production in the world. It is found that the most common areas of use is disposal, composting, burning and the like. However, the most promising from both an environmental and an economic point of view is to use it as a filler in the production of wood composite materials and construction.

Keywords: pulp and paper, primary sludge, secondary sludge, the sludge for recycling, waste, ash, waste material compositions.

УДК 656.1 Курсант О.Р. Лопух; ст. викл. О.В. Придатко, канд. техн. наук; ст. викл. І.В. Паснак, канд. техн. наук – Львівський ДУ БЖД

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ЛЬВОВА)

Встановлено та охарактеризовано низку визначальних чинників, які тією чи іншою мірою можуть впливати на показник відносної аварійності перехрестя, на підставі чого висвітлено деякі недоліки методу кількісного та якісного аналізу дорожньо-транспортних пригод. На підставі висунутих тверджень запропоновано методику визначення коефіцієнта безпеки на основі аналізу статистичних даних кількості дорожньо-транспортних пригод та інтенсивності руху, який в кінцевому результаті використовуватиметься в процесі визначення показника відносної аварійності перехрестя. Дослі-

дження та встановлення величини коефіцієнта безпеки дає змогу покращити метод визначення показника відносної аварійності перехрестя, що є першим кроком до вдосконалення методології кількісного та якісного аналізу дорожньо-транспортних пригод.

Ключові слова: дорожньо-транспортна пригода, показник відносної аварійності, коефіцієнт безпеки перехрестя.

Вступ. Проблеми забезпечення безпечного руху пішоходів і транспортних засобів на ділянках вулично-дорожніх мереж досліджують багато наукових шкіл. У національній і світовій практиці виділено низку методів оцінювання впливу заходів з організації дорожнього руху на аварійність. Серед таких методів можна виділити [1]: метод коефіцієнтів безпеки; оцінювання ступеня небезпечності ділянок дороги методом підсумкового коефіцієнта аварійності; аналіз конфліктності транспортних потоків на перехрестях; методи екстраполяції; метод, заснований на аналізі транспортних зв'язків; методи, засновані на багатофакторному аналізі; методи експертних оцінок тощо. Проте з практики дослідження безпеки дорожнього руху можна виділити найпоширеніший метод – це кількісний і якісний аналіз дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Окрім цього, згідно з вимогами освітньо-професійної програми [2], огляд цього методу є обов'язковим у процесі вивчення курсу "Організація дорожнього руху" під час підготовки бакалавра за напрямом "Транспортні технології".

Постановка проблеми. Однією з ключових частин методу кількісного та якісного аналізу ДТП є визначення показника відносної аварійності на перехрестях. Для визначення показника відносної аварійності враховують дані щодо кількості ДТП, коефіцієнт добової нерівномірності руху та добову інтенсивність руху на досліджуваному перехресті (ділянці). Очевидно, що для встановлення значення, яке характеризуватиме реальний показник аварійності на визначеному перехресті (ділянці), недостатньо лише значень інтенсивності руху та кількості ДТП. На показник відносної аварійності впливає значно більше параметрів, з яких можна виділити габарити перехрестя, віднесення його до регульованого чи ні, наявну кількість смуг руху тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні у більшості наукових праць з галузі висвітлено дослідження нових та адаптацію наявних методів прогнозування аварійності на ділянках вулично-дорожніх мереж під конкретні умови. Зокрема у науковій праці [3] проаналізовано відомі методи прогнозування інтенсивностей руху та аварійності на автомобільних шляхах. У роботі наведено переваги і недоліки відомих методів та рекомендації щодо їх застосування в сучасних умовах. У деяких наукових працях [4, 5] висвітлено ідею щодо адаптації методів математичної статистики для прогнозування аварійності за результатами щорічних зведень Держкомстату. У працях [6, 7] досліджено ймовірність скоєння дорожньо-транспортних пригод при взаємодії різних транспортних потоків, за результатами чого розроблено низку рекомендацій щодо поліпшення становища.

Виділення невирішених частин окресленої проблематики та формування цілей роботи. З проведеного аналізу встановлено, що основними завданнями наукових праць з галузі є розроблення нових методів дослідження аварійності,