

Пітак О. Я.

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

На основі результатів екологічного моніторингу встановлено, в Україні утворюється значна кількість відходів деревини, яка не використовується, а тільки забруднює навколишнє середовище. В роботі розроблено та запропоновано одержувати паливні гранули, які можна використовувати як паливо. Визначено оптимальне співвідношення деревних відходів та зв'язуючої речовини, в якості якої виступають відходи целюлозно-паперового комбінату.

**Ключові слова:** екологічний моніторинг, екструзійний метод, паливні гранули, деревні відходи, теплотворна здатність.

### 1. Вступ

Виробництво енергії пов'язано з глобальним забруднення атмосфери, що впливає на розвиток екосистеми в цілому, зокрема на динаміку популяції живих організмів [1–5] та населення нашої планети. Впровадження альтернативних джерел енергії спричинить зменшення парникового ефекту. Одним з альтернативних джерел використання є біомаса, значні запаси якої є в Україні. В процесі переробки деревини, утворюється велика кількість відходів. У випадку відсутності технологій їх утилізації ці відходи здатні нагромаджуватись і спричинити збільшення кількості парникових газів внаслідок забруднення води та ґрунтів в районах звалищ відходів. Однією із найбільш перспективних і найдавніше відомих технологій утилізації відходів переробки деревини, які вже неможливо використовувати в інших технологіях, є спалювання. У цьому випадку вдається додатково вирішити важливе завдання поповнення енергетичних запасів за умов мінімізації забруднення атмосфери продуктами горіння [6–10].

### 2. Моніторинг забруднення відходами

Внаслідок складування деревних відходів на звалищах втрачається значна кількість потенційного біопалива, яке в умовах зростаючої енергетичної кризи так необхідне для людства в загальному та для економіки України зокрема. Так, тільки в процесі розпилювання кругляка річний об'єм відходів на лісопильнях України становить 0,452 м<sup>3</sup> деревини, що відповідає енергетичному потенціалу 0,114 млн. т умовного палива [10–11].

Аналіз даних моніторингу дозволяє стверджувати, що основна кількість підприємств, де потенційно можуть утворюватись деревні відходи, придатні для використання як паливо, зосереджені у Західному регіоні України. Значне насичення підприємствами, спостерігається також у інших областях. Основними регіонами, в яких зосереджені продукти, що можуть використовуватись як добавки до паливних гранул є Західний, Північний та Східний [12–13].

Гранулювання відходів переробки деревини з використанням лігніну, як зв'язуючого, можливе 2 методами:

1) створення в процесі пресування гранул за високих тисків, внаслідок тертя супроводжується підвищенням температур достатніх для вивільнення лігніну із деревних відходів у вільний простір гранул. Цей лігнін за умови мінімального вільного об'єму служить зв'язуючим для

гранули. Такий метод створення гранули нами умовно названо методом високого тиску;

2) внесення в склад композиції лігніну, який утворюється як відхід в технології виробництва паперу. За цих умов процес можна реалізувати за рахунок низьких тисків. Метод умовно названо методом низького тиску.

Перевагою першого методу є велика густина гранули внаслідок значного ущільнення сировини, недолік — велика затрата енергії на створення тиску. Перевагою другого методу є невеликі енергетичні затрати внаслідок невеликих тисків формування гранули, недолік — невелика густина.

Але перспективним був би проміжний метод, коли за умови досягнення тиску (значно меншого, ніж потрібно за першим методом), достатнього для ущільнення гранули, в склад композиції вносились би невелика кількість лізину, достатня для заповнення вільного об'єму.

### 3. Сушіння відходів

Зважаючи на те, що відходи деревини зберігаються під відкритим небом, їх вологість може досягати понад 70 % у розрахунку на суху масу. Використання вологої сировини для виготовлення гранул є недоцільним у зв'язку із низькою теплотворною здатністю та неможливістю забезпечити міцність гранул. Крім цього, зменшення кількості вологи, яка випаровується під час горіння, покращує умови експлуатації металічних елементів печі (за рахунок зменшення інтенсивності їх корозії). Тому для подальшого використання відходів деревини, як сировини для виготовлення гранул, їх необхідно висушити до вологості нижче 10 % у розрахунку на суху масу. Було запропоновано проводити процес сушіння відходів деревини в нерухомому шарі [14–15].

В залежності від параметрів сушіння (висоти шару, температури), по різному необхідно організувати процес в промислових умовах. Встановлення залежності сушіння від технологічних параметрів теплового агенту та висоти шару, є основою для розроблення конструкції сушильної установки. Оптимальними будуть такі умови, коли тривалість сушіння та енергетичні затрати будуть мінімізовані. Кінцева тривалість сушіння тирси буде залежати як від висоти шару, так і від технологічних параметрів теплоносія (температури та швидкості руху теплоносія). В нашому випадку оптимальна висота нерухомого шару деревних відходів  $20 \cdot 10^{-3}$  м, а температура теплового агенту 100 °С.

#### 4. Формування гранул

Спочатку визначалися властивості гранул із різним співвідношенням зв'язуючої речовини у відношенні до деревних відходів. За результатами можна зробити висновки, що найбільш придатна концентрація зв'язуючої речовини, за умови екструзійного формування гранули, становить 20 %.

Це зумовлено: вищою теплотворною здатністю порівняно із деревними відходами; збільшенням статичної міцності.

За результатами експериментів можна зробити висновки: із додаванням зв'язуючої речовини зростає теплотворна здатність гранули, порівняно із гранулою без зв'язуючої речовини; під час використання зв'язуючого компоненту відбувається формування гранул під впливом менших тисків, що забезпечує певну статичну міцність; зв'язуюча речовина виступає в ролі мастила, що зменшує сили тертя, а отже енергетичні затрати на їх подолання.

Потім досліджувалась можливість внесення торфу та дрібнодисперсного вугільного пилу в склад гранули. Розрахунок вмісту торфу та дрібнодисперсного вугільного пилу проводився виходячи із маси деревних відходів. За основу була взята концентрація 20 % зв'язуючої речовини. За результатами проведених досліджень гранул із вмістом паливних додатків можна зробити висновок, що теплотворна здатність знижується із збільшенням концентрації паливних додатків.

Наступним етапом було формування гранул під високим надлишковим тиском. До відходів деревини додавали різне процентне співвідношення зв'язуючої речовини в межах від 4 до 20 %. За умови високих концентрацій, більших за 6 %, відбувалося значне видалення зв'язуючої речовини через дренажні отвори. В деяких випадках втрати досягали 50 %, що є недопустимим. Отже, в подальшому були розглянуті менші концентрації, а саме від 4 до 6 %. Основні критерії, які висувалися до гранули: велика густина, мала втрата маси під час формування, висока статична та динамічна міцність. Додавання зв'язуючої речовини проводилась двома методами; із подачею в центр деревних відходів та із перемішуванням.

За результатами експериментів можна зробити висновки, що найбільш доцільним методом подачі зв'язуючої речовини є перемішування; завдяки цьому досягається рівномірний розподіл зв'язуючої речовини у всій масі деревних відходів, що в свою чергу зменшує втрати маси під час формування гранули. Також були проведені експерименти із визначенням динамічної та статичної міцності.

Технологія виробництва гранул екструзійним методом складається з таких стадій:

1. Подрібнення (необхідне для сировини, яка надходить із лісу та лісопилень).
2. Сушіння (необхідне для досягнення необхідної вологості сировини).
3. Гранулювання проводять із додаванням зв'язуючої речовини на екструзійній установці, принцип роботи якої описаний у другому розділі.
4. Просіювання необхідне для видалення дрібних частинок з метою одержання гомогенного продукту, з якими в подальшому не буде проблем в процесі транспортування та дозування в котли.
5. Зберігання.

#### 5. Висновки

Під час заготовки та переробки деревини утворюється значна кількість відходів, які нагромаджуються та становлять небезпеку в екологічному плані.

Результати моніторингу відходів перероблення деревини свідчать про значні об'єми забруднення цими відходами навколишнього середовища та необхідність розроблення технології утилізації відходів.

В результаті експериментів встановлені оптимальні режимні параметри екструзійного гранулювання гранул:

- вологість вихідної сировини — менше 10 % у розрахунку на суху масу;
- вміст зв'язуючого в гранулі — 20 %;
- можливий вміст добавки торфу — до 20 %;
- можливий вміст дрібнодисперсного вугілля — до 20 %;
- оптимальний тиск формування методом високого тиску — 990 МПа.

Розроблена технологія формування паливних гранул.

#### Література

1. Пилькевич, И. Математическое моделирование динамики популяций [Текст] / Игорь Пилькевич, Александр Маевский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — Т. 3, № 6(45). — С. 50–53.
2. Пилькевич, И. Мониторинг копытных животных, обитающих в охотничьих хозяйствах Украины [Текст] / Игорь Пилькевич, Александр Маевский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — Т. 5, № 4(47). — С. 35–40.
3. Пилькевич, И. А. Повышение точности оценивания характеристик динамики популяций [Текст] / И. А. Пилькевич, А. В. Маевский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — № 4/4(46). — С. 48–52.
4. Пилькевич, И. А. Математическая модель динамики популяций животного мира [Текст] : сб. науч. пр. / И. А. Пилькевич, О. В. Маевский // ИПМЭ НАНУ. Моделирование та інформаційні технології. — 2011. — № 59. — С. 32–41.
5. Пилькевич, И. А. Теоретичне обґрунтування моделі динаміки популяцій Лоткі-Вольтерра [Текст] / И. А. Пилькевич, О. В. Маевский // Вісник Житомирського державного технологічного університету. — 2010. — Вип. № 3(54). — С. 79–83.
6. Бать, Р. Я. Утилізація промислових відходів переробки деревини шляхом створення біопалива [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / Р. Я. Бать. — Л., 2008. — 122 с.
7. Носовські, Т. А. Технологія лісопилно-деревобробних виробництв: навч. посіб. для студ. ВНЗ [Текст] / Т. А. Носовські, Р. І. Мацюк. — К.: Техніка, 1993. — 192 с.
8. Ковалко, М. П. Паливно-енергетичний комплекс України у цифрах і фактах [Текст] / М. П. Ковалко. — К.: Українські економічні знання, 2000. — 152 с.
9. Мельник, С. В. Газификация древесных отходов и нефти шламам для получения отопительного и силового газа [Текст] / С. В. Мельник, В. П. Латышев. — Вестник Ир ГТУ. — 2004. — № 4. — С. 131–133.
10. Гринь, С. Влияние соединений ванадия на окружающую среду [Текст] / Светлана Гринь, Павел Кузнецов, Инна Питак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — Т. 6, № 10(60). — С. 9–12.
11. Гринь, С. А. Минерально-сырьевая база для промышленного получения ванадия [Текст] / С. А. Гринь, И. В. Питак, П. В. Кузнецов // Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. — 2013. — № 2(79). — С. 175–179.
12. Солодкий, В. Основні складові механізми реалізації Стратегії Карпатської конвенції на Буковині [Текст] / Володимир Солодкий, Юрій Масікевич, Віктор Моїсєєв, Інна Пітак // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 2, № 12(56). — С. 19–21.

13. Солодкий, В. Д. Нові підходи до моніторингу довкілля Буковинських Карпат [Текст] / В. Д. Солодкий, Ю. Г. Масікевич, В. Ф. Моїсєєв, І. В. Пітак // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». — 2012. — № 9. — С. 123–127.
14. Харьбина, Ю. В. Разработка составов декоративных покрытий для лицевых керамических изделий [Текст] / Ю. В. Харьбина, О. Я. Питак, И. В. Питак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — № 3/6(63). — С. 56–59.
15. Питак, И. В. Основы теории и расчета деталей роторного аппарата [Текст] / И. В. Питак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 4/7(58). — С. 14–18.

#### АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

На основе результатов экологического мониторинга установлено, что в Украине образуется значительное количество отходов древесины, которая не используется, а только загрязняет окружающую среду. Разработано и предложено получение топ-

ливных гранул, которые можно использовать как топливо. Определены оптимальное соотношение древесных отходов и связующего, в качестве которого выступают отходы целлюлозно-бумажного комбината.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, экструзионный метод, топливные гранулы, древесные отходы, теплотворная способность.

*Пітак Олег Ярославович, старший викладач, кафедра охорони праці та навколишнього середовища, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: okatip@rambler.ru.*

*Пітак Олег Ярославович, старший преподаватель, кафедра охраны труда и окружающей среды, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.*

*Pitak Oleg, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: okatip@rambler.ru*

УДК 541.311:614.84

Авдеев Б. А.

## АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС СЕПАРАЦИИ В ГИДРОЦИКЛОНАХ

*Проведен анализ распределения поля в магнитных гидроциклонах различных конфигураций. Продемонстрированы технические решения в магнитных гидроциклонах исходя из гипотез воздействия магнитного поля на процесс сепарации частиц в рабочей камере. Определен оптимальный тип конструкции исходя из сил, действующих на частицу в криволинейном потоке.*

**Ключевые слова:** гидроциклон, магнитное поле, коагуляция, флокула, центробежная сила.

### 1. Введение

Вопросы очистки газов и жидкостей напрямую связаны с глубоким исследованием процессов, протекающих в аппаратах очистки, и зависящих от конструктивных особенностей выбранных аппаратов, как показано, например, в исследованиях [1–4]. Очистка технических жидкостей является одной из важнейших задач энерго- и ресурсосбережения, позволяющая повысить эффективность использования материальных средств и продлить срок службы оборудования [5]. На сегодняшний день существуют четыре базовых принципа очистки вязких сред: отстаивание под действием сил гравитации; сепарация под действием внешнего воздействия (силы, действующей на магнитные частицы и силы взаимодействия между собой, определяемой законом Кулона для «магнитных масс»; ситовый эффект, задерживающие примеси больше, чем размер «поры» и инерционный, основанный на действии центробежных сил [6].

Наиболее опасным загрязнением считаются продукты износа трущихся деталей, которые в большинстве случаев состоят из механических железных частиц [7]. Т. к. такие примеси являются магнитными, то очистка может осуществляться не только традиционными способами, но и в сочетании с другими физическими принципами разделения, например, с наложением полей электрической природы [8].

### 2. Постановка проблемы

Одним из наиболее прогрессивных и быстро завоевывающих популярность устройств очистки является магнитный гидроциклон [9–10]. Но, есть проблема — в современной научной литературе очень скудно отражены процессы, протекающие в рабочей камере гидроциклона, поэтому крайне важны дальнейшие исследования в этой области.

### 3. Информационный анализ исследований и публикаций

Эффективность очистки в гидроциклоне зависит от поведения частиц в магнитном поле [11]. Существуют две распространенные гипотезы, связанные с механизмом сепарации в аппаратах инерционного типа, являющиеся следствием влияния поля на кинетику частиц [7, 12]: *первое воздействие* заключается в том, что процесс сепарации происходит за счет того, что магнитное поле, воздействуя на магнитные частицы, увеличивает радиальную скорость движения и увлекает их к периферии гидроциклона; *второе воздействие* выражается в коагуляции частиц и образованию флокул в рабочей камере аппарата и заключается в том, что электромагнитное поле в гидроциклоне воздействует на магнитные частицы, находящиеся в потоке вращающейся жидкости, способствует коагуляции частиц.