



ЦІЛЬОВА КОМПЛЕКСНА ПРОГРАМА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ

*Розвиток наукових засад отримання,
зберігання та використання водню в системах
автономного енергозабезпечення*



**Розроблення науково-технологічних основ отримання синтез-
газу з суміші небезпечних органічних відходів**

проект № 8-20

**другий етап: Термодинамічне моделювання процесів сумісної
газифікації донних мулів і гумового криштива зношених шин і
проведення експериментальних досліджень процесу такої
газифікації в умовах, наближених до реального об'ємного
процесу газифікації в промисловому реакторі**

Науковий керівник: чл.-кор. НАНУ, д-р фіз.-мат. наук, проф. Жовтянський В.А.

Виконавці: Інженер I кат. Назаренко В.Г., наук. співр., к.т.н. Остапчук М.В.

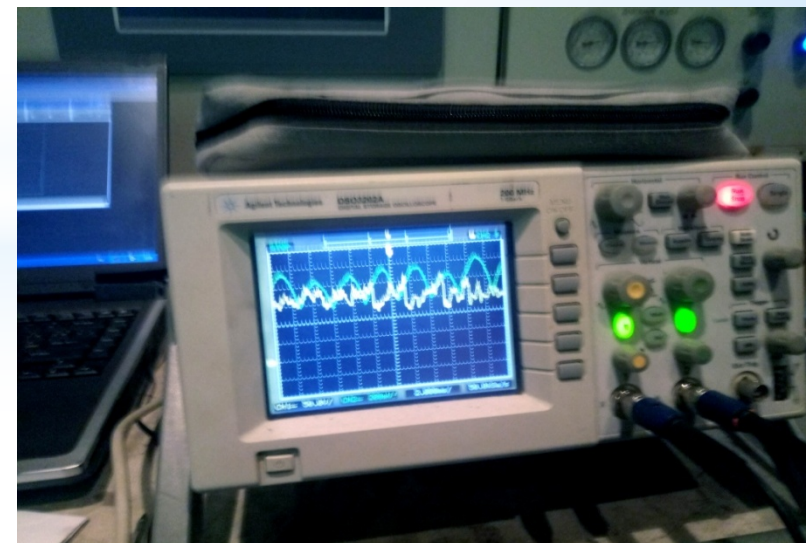
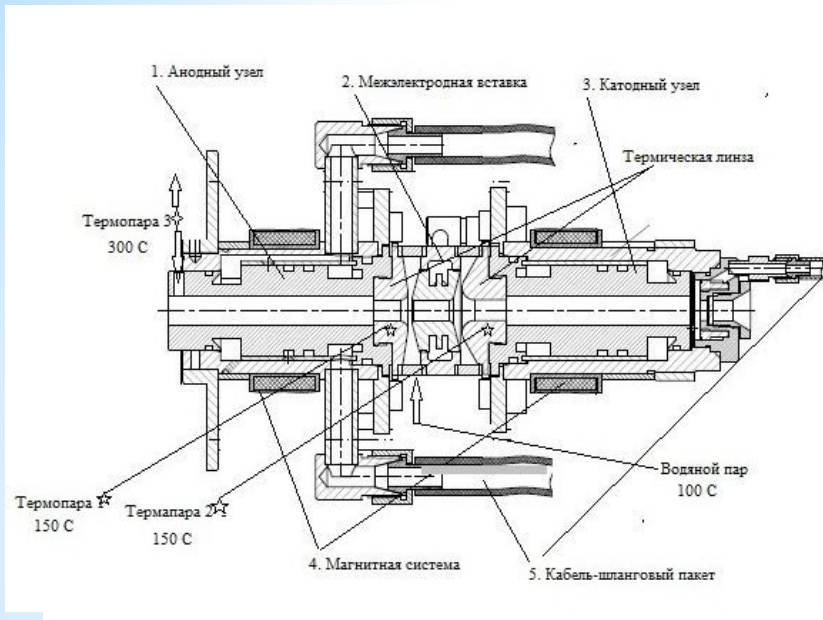
Інститут газу НАН України

Грудень 2020

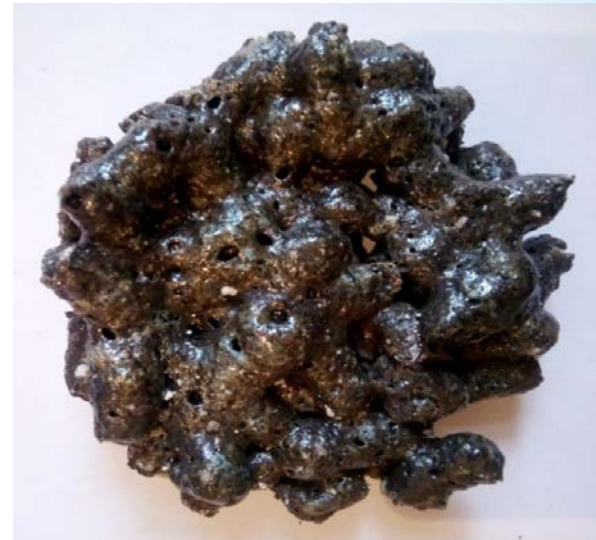
ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ ТА ЇЇ ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ



ПАРОВОДЯНИЙ ПЛАЗМОТРОН



ВИГЛЯД ДОНИХ МУЛІВ ДО І ПІСЛЯ ГАЗИФІКАЦІЇ



Склад синтез-газу, отриманого в процесі плазмо-парової газифікації донних мулів наступного складу:

Походження донного мулу		Склад сухого синтез-газу, об. %				
		H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	N ₂
Донний мул Бортницької станції аерації м. Києва		71,8	3,1	24,7	0,4	-
Донний мул станції водоочищення м. Івано-Франківськ	Проба 1	34,7	19,4	11,6	4,9	29,2
	Проба 2	39,7	20	9,6	8,3	22,3

Основні тверді інгредієнти процесу газифікації: сировина – донні мули (а) та гумове кришиво (б) і охолоджений розплав зольного залишку (в)



(а)



(б)



(в)

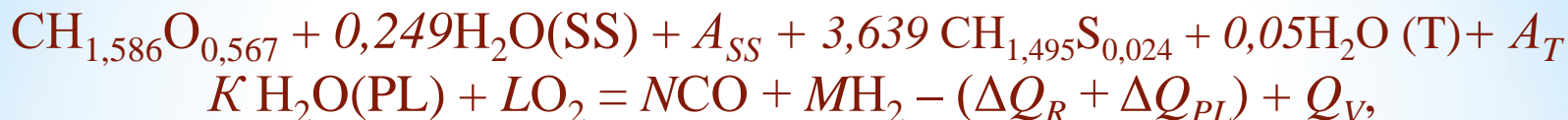
Компоненти	Проба 1, % на 2-3 хв	Проба 2, % на 7-9 хв	Проба 3, % на 40-42 хв
H ₂	44,55	56,09	44,80
N ₂	15,68	9,04	21,30
CO	14,42	17,16	13,88
CH ₄	11,36	6,95	0
CO ₂	6,34	7,94	20,02
C ₂ H ₄	3,43	0,92	0
C ₂ H ₆	3,88	1,90	0
C ₃ H ₆	0,13	0	0
Грудень 2020 НС 4 П 10	0,21	0	0
	100	100	100

Склад продуктів сумісної газифікації гумового кришива зношених шин з ТОВ «Green Way» та донного мулу станції водоочищення м. Івано-Франківськ

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВУГЛЕЦЕВМІСНИХ ВДХОДІВ

Температура процесу газифікації = 1100 – 1400 С

Базова реакція плазмо-паро-кисневої газифікації :



де 1-й та 4-й члени відповідають бруто-формулам відходів, донних мулів та гумовому кришіву відповідно, 2-й та 5-й – їхній вологості, а 3-й та 6-й – зольності, відповідно; 7-й – кількості пари, яка вводиться в процес плазмотроном, 8-й – кількості кисню, який додатково вводиться в реактор; ΔQ_R – теплова енергія, яка виділяється в реакторі за рахунок хімічної реакції, а ΔQ_{PL} – додаткова енергія, яка вводиться в реактор для досягнення заданої температури процесу газифікації.

У цій реакції ураховані також додаткові енерговитрати на вітрифікацію. Їх можна оцінити на основі феноменологічного співвідношення

$$Q_V \text{ (кВт}\cdot\text{год)} = 0,35 m_A \text{ (кг)},$$

де m_A – зольна маса.

Показник енергетичної ефективності: $\eta = (P_{\text{PL}}^C + P_{\text{O}_2}) / W_{\text{CG}}$

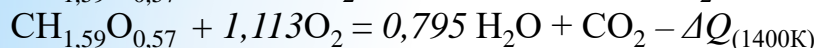
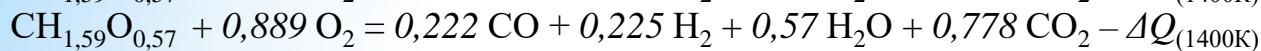
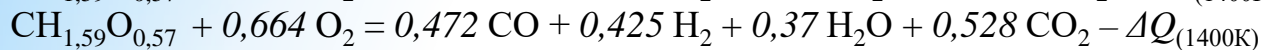
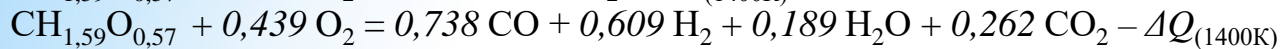
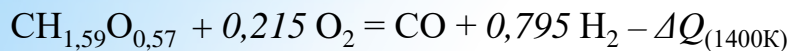


Температура процесу фільтрування = 30 – 50 С

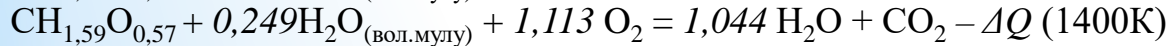
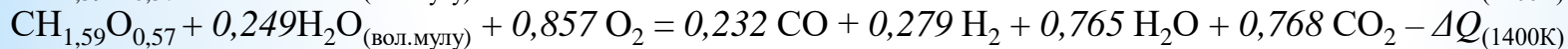
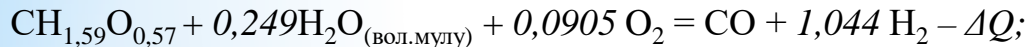


ПЛАЗМОВО-ПАРОВА ГАЗИФІКАЦІЯ ДОННОГО МУЛУ

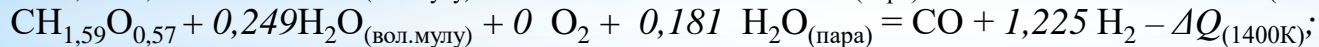
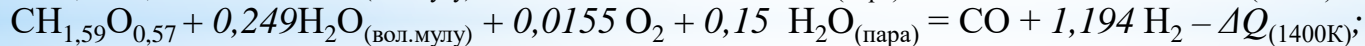
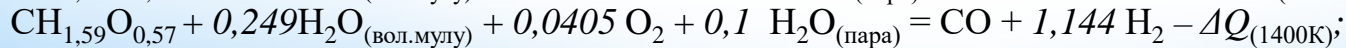
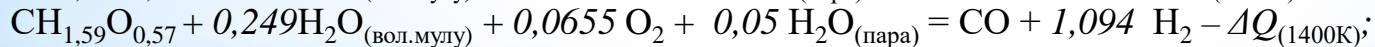
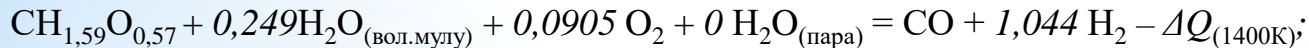
I



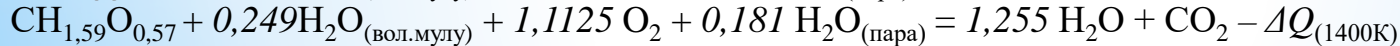
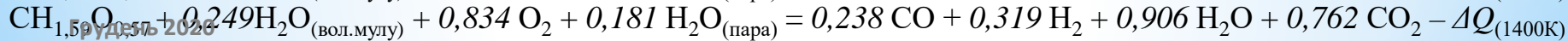
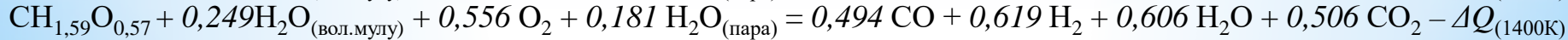
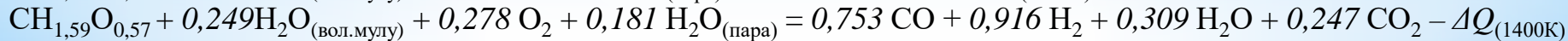
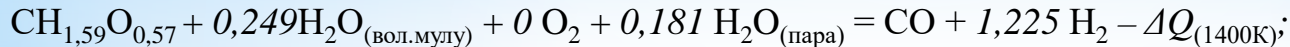
II



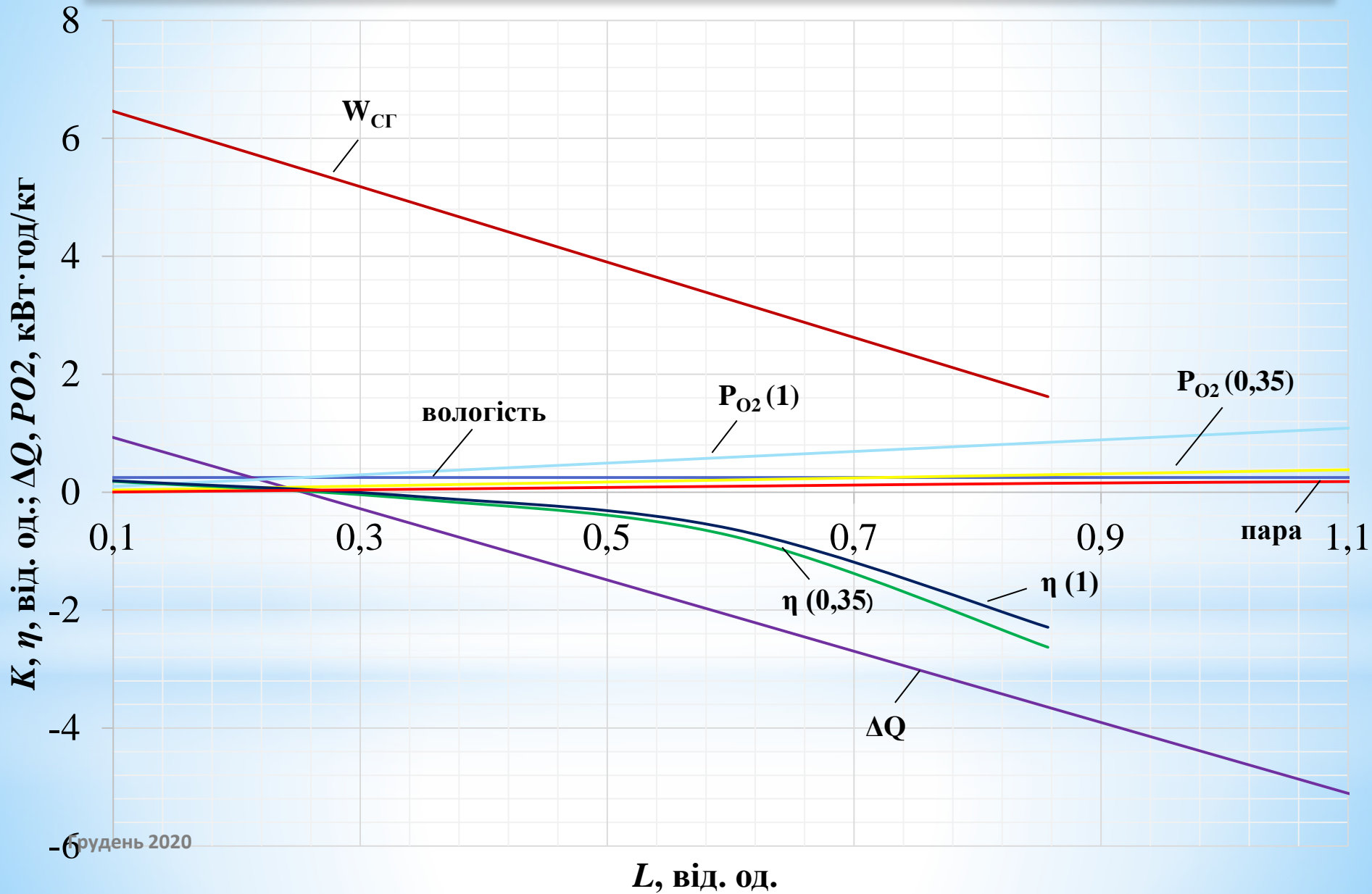
III



IV



ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ГАЗИФІКАЦІЇ В РІЗНИХ РЕЖИМАХ КОНВЕРСІЇ ВУГЛЕЦЕВМІСНОЇ СИРОВИНИ



ВИСНОВКИ

1. Запропонований адекватний поставленій меті метод термодинамічного аналізу ефективності процесу газифікації.
2. Експериментально на якісному рівні підтверджена перспективність використання гумового кришива зношених шин для домішування до донних мулів у процесі їхньої газифікації.
3. У результаті процесу газифікації отримується істотно збагачений воднем синтез-газ, що свідчить про його високу калорійність.
4. В результаті домішування до донного мулу висококалорійного гумового кришива (виробництво ТОВ «Green Way») в реакторі розвивається значно більша температура, ніж у випадку газифікації донних мулів, про що свідчить висока однорідність отриманого розплаву зольного залишку порівняно з оплавленим залишком донних мулів.
5. Результат експерименту засвідчив відсутність такого небезпечного явища, як спікання сировини в об'ємі реактора, яке взагалі може зупиняти процес газифікації внаслідок низької газопроникності поверхні області спікання.
6. Результати термодинамічного аналізу показують майже двократне зростання енергетичної ефективності.
7. Отримані універсальні залежності, які дозволяють аналізувати ефективність процесу газифікації палива незалежно від стехіометрії процесу чи вологості сировини.

ПУБЛІКАЦІЇ 2020 р.

1. S. Petrov, T.Y. Katircioğlu. Technological aspects of steam and water plasma // Our Knowledge Publishing, 2020. – 488 p.
2. Жовтянський В.А., Остапчук М.В. Газифікація низькоякісної відновлювальної сировини з використанням плазмових технологій: нестехіометричний режим // «Відновлювана енергетика та енергоефективність у ХХІ столітті» / Матеріали ХХІ міжнародної науково-практичної конференції (14-15 травня 2020 року, м. Київ). – 2020. – С. 555 – 558.
3. Жовтянський В.А., Колеснікова Е.П. Утворення оксидів азоту в процесах газифікації з використанням плазмово-повітряної технології // «Відновлювана енергетика та енергоефективність у ХХІ столітті» / Матеріали ХХІ міжнародної науково-практичної конференції (14-15 травня 2020 року, м. Київ). – 2020. – С. 559 – 562.



Дякуємо за увагу

Thank you for attention