

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПІРОЛІЗІ ТОРФУ

РАДИЧ Ю. В., магістрант; ШИЛОВИЧ Т. Б., к.т.н., доц.; ЛАЗАРЄВ Т. В., аспірант
Національний технічний університет України «Київський Політехнічний інститут»

Проаналізовано хімічний склад торфу і з'ясовано, що середній елементний склад органічної маси торфу залежить від глибини його залягання та ступеня розкладу. Експериментально досліджено динаміку виходу піролізного газу і напівкоксу з торфу в процесі його термообробки.

Ключові слова: торф, піроліз, напівкокс, процес карбонізації.

Проанализировано химический состав торфа и выяснено, что средний элементный состав органической массы торфа зависит от глубины его залегания и степени разложения. Экспериментально исследовано динамику выхода пиролизного газа и полукокса из торфа в процессе его термообработки.

Ключевые слова: торф, пиролиз, полукокс, процесс карбонизации.

Analyzed the chemical composition of peat and found that the average elemental composition of organic matter of peat depends on the depth of its occurrence and degree of decomposition. Experimentally studied the dynamics of output pyrolysis gas and coking peat in the process of heat treatment.

Keywords: peat pyrolysis, coking, the process of carbonization.

Вступ

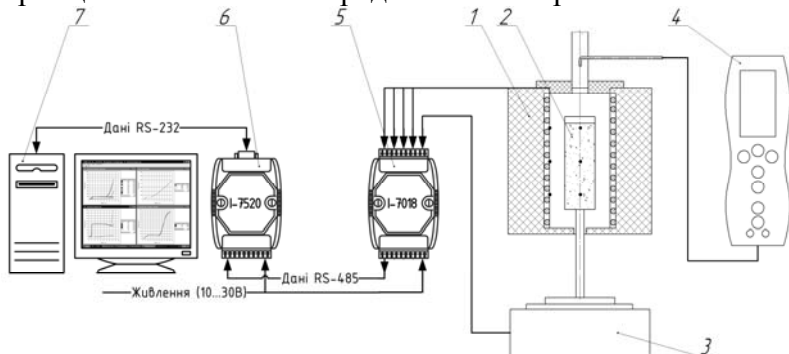
Торф у природному стані є вологою зольною сумішшю різних продуктів розкладу рослин в умовах вологого безповітряного середовища. Торф відноситься до молодих викопних палив і знаходиться за своїми енергетичними показниками між деревиною та бурим вугіллям [1]. Піролізом є розкладання органічних природних сполук при нестачі повітря, в результаті якого утворюються летючі речовини, зола та рідкі продукти (смоли та інші органічні речовини) [2].

Постановка проблеми

У представленій роботі проводяться експериментальні дослідження фізико-хімічних процесів при піролізі торфу та розглядається динаміка виходу піролізного газу і напівкоксу з торфу в процесі його термообробки.

Метою роботи є експериментальне дослідження динаміки виходу піролізного газу та вугілля з торфу в процесі термообробки.

Експериментальні дослідження процесу карбонізації торфу виконувались на установці, принципова схема якої представлена на рис. 1.



- 1 – електрична піч,
- 2 – тигель з садкою торфу,
- 3 – електронні ваги ТВЕ-1-0,001,
- 4 – газоаналізатор TESTO-340,
- 5 – модуль збору даних I-7018,
- 6 – модуль перетворення I-7520,
- 7 – персональний комп'ютер.

Рис. 1 – Схема експериментальної установки

Принцип роботи установки полягає в наступному: виконуємо попереднє зважування садки; поміщаємо тигель з садкою торфу в електричну піч; включаємо піч, здійснюємо нагрівання з темпом підйому температури 400 К/год.; робимо витримку впродовж 1 години при температурі 650–670 °С; в процесі досліджень безперервно проводиться контроль відхідних газів за допомогою газоаналізатора і контроль втрати маси з виходом летучих; відключаємо піч від електроживлення; далі охолоджуємо на протязі 5 год.; виконуємо зважування садки після термообробки. При проведенні експериментальних досліджень в модуль карбонізації послідовно розміщались 5 садок торфу з різними фракціями: 0,5–1 мм – 20 %; 2–5 мм – 40 %; 10–25 мм – 35 %; 30–50 мм – 5 %.

Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 2 і в таблицях 1–3.

Табл. 1 – Маса вихідного торфу садок і торф'яного вугілля після термообробки

№ садки	Маса, г	
	Торф	Торф. вугілля
1	53,82	20,52
2	49,58	20,15
3	41,26	16,83
4	42,27	17,37
5	47,54	18,95
Всього	234,46	93,82

Табл. 2 – Технічний склад торф'яного вугілля (напівкоксу)

№ садки	Склад торф'яного вугілля мас., %			
	Вологість	Летучі	Зола	Сухий напівкокс
1	5,95	6,10	37,33	48,16
2	4,77	3,84	41,74	51,96
3	4,28	4,14	42,14	52,42
4	5,77	5,14	42,24	51,99
5	5,23	4,54	39,41	50,72
Середнє	5,20	4,75	40,57	51,05

Дані таблиці 2 свідчать про те, що після карбонізації усі дослідні зразки мають низьку вологість та високу зольність. Вміст летучих складає близько 4–6 %, що показує, що під час експерименту майже всі летучі речовини видалені з торфу.

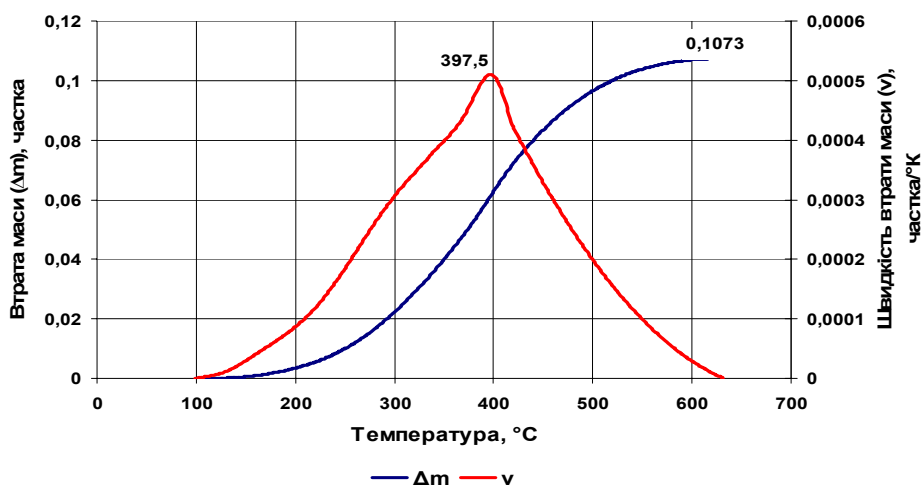


Рис. 2 – Динаміка виходу піролізного газу з торф'яних садок (середнє значення 5 експер.)

Табл. 3 – Хімічний склад отриманого торф'яного вугілля

Елементний склад торф'яного вугілля, мас. %					<p>Нижча робоча теплота згорання, $Q_n^p = \frac{339C^p + 1030H^p - 108,9(O^p - S^p) - 25W^p}{1000} \text{ МДж / кг}$ де C^p, H^p, O^p, S^p, W^p – складові елементи робочого палива, %.</p>
C^r	H^r	O^r	N^r	$S^{\text{заг}}$	
93,84	0,83	0,35	4,98	0	17,29

Повний вихід сухого торф'яного вугілля ($m, \%$) в перерахунку на суху масу торфу:

$$m = \frac{m_{\text{вуг}}(100 - W_{\text{вуг}})}{m_{\text{торф}}(100 - W_{\text{торф}})},$$

де $m_{\text{торф}}$ – маса торф'яного зразка, кг; $m_{\text{вуг}}$ – маса зразка отриманого торф'яного вугілля, кг;
 $W_{\text{торф}}$ – вологість торфу, %; $W_{\text{вуг}}$ – вологість отриманого торф'яного вугілля, %.

Хімічний ККД ($\eta_{\text{хім}}, \%$) конверсії торфу в торф'яне вугілля розраховується:

$$\eta_{\text{хім}} = \frac{Q_{\text{н вуг}}^{\text{р}} m_{\text{вуг}} \left(\frac{100}{100 - W_{\text{вуг}}} \right)}{Q_{\text{н торф}}^{\text{р}} m_{\text{торф}}} 100 = \frac{17,29 \cdot 0,09382 \left(\frac{100}{100 - 5,2} \right)}{11,49 \cdot 0,23446} 100 = 63,52\%,$$

де $m_{\text{торф}}$ – маса торф'яного зразка, кг; $m_{\text{вуг}}$ – маса зразка отриманого торф'яного вугілля, кг;
 $W_{\text{торф}}$ – вологість торфу, %; $W_{\text{вуг}}$ – вологість отриманого торф'яного вугілля, %; $Q_{\text{н вуг}}^{\text{р}}$ –
 нижча теплота згоряння отриманого торф'яного вугілля, МДж/кг; $Q_{\text{н т то}}^{\text{р}} = 12,25$ МДж/кг –
 нижча теплота згоряння торфу.

Тоді хімічний ККД конверсії торфу у напівкокс складає:

$$\eta_{\text{хім}} = \frac{17,29 \cdot 0,09382 \left(\frac{100}{100 - 5,2} \right)}{11,49 \cdot 0,23446} 100 = 63,52 \%$$

Вміст фіксованого вуглецю на суху масу без золи розраховується:

$$C_{\text{фік}} = \sum_{i=1}^n \left(C_i \frac{100}{100 - W_i - A_i} \frac{m_i}{m_{\Sigma}} \right) = 94\%.$$

де C_i – вміст вуглецю в i зразку вугілля, %; W_i – вміст води в i зразку вугілля, %; A_i –
 вміст золи в i зразку вугілля, %; m_i – маса зразка вугілля, кг; m_{Σ} – загальна маса усіх зразків
 вугілля, кг; n – кількість зразків.

Висновки

Експериментально досліджено динаміку виходу піролізного газу і напівкоксу з торфу в процесі його термообробки. В результаті піролізу можна отримати торф'яне вугілля з нижчою робочою теплою згоряння 17,29 МДж/кг, тобто в 1,5 рази вищою ніж у торфу. Хімічний ККД конверсії торфу у напівкокс або торф'яне вугілля складає 63,52 %. Отримані дані можуть бути використані при розробці агрегатів для піролізу торфу.

Література:

1. Орлёнок В.В., Курков А.А., Кучерявый П.П., Тупикин С.Н. Физическая география: Учебное пособие / Под ред. В.В. Орлёнка. Калининград, 1998. - 480 с.
2. Богданов Н. Н. Полукоксование и газификация торфа / Н. Н. Богданов. — М. : Госэнергоиздат, 1947. — 268 с.
3. Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики України/ Ковалко М.П., Денисюк С.П.; Відпов. ред. Шидловський А.К.- Київ: УЕЗ, 1998.- 506 с.
4. Bridgwater A.V. Principles and practice of biomass fast pyrolysis processes for liquids / A.V. Bridgwater // Journal of Analytical and Applied Physics. — 1999. — Vol. 51 (1–2). — P. 3—22.