

3. Потапов Б. Б., Пинчук В. А. Исследование и разработка режимов поточной газификации углей украинских месторождений. // *Металлургическая теплотехника/ Сборник научных трудов Национальной металлургической академии Украины*. – Днепропетровск. НМетАУ, 2000. – 219 с.

4. Халатов А.А., Карп И.Н., Куцан Ю.Г. Энергетическое газотурбостроение: Перспективы использования в энергетике Украины // *Вісн. НАН України*. 2015. № 11. С.52-58.

5. Carapellucci, R. Performance of gasification combined cycle power plants integrated with methanol synthesis processes / R. Carapellucci, G. Cau, D. Cocco // *Journal of Power and Energy*. – 2001. Т. 215 – № 3. – С. 347 - 356.

6. Someus, G. E. Clean coal: preventive pretreatment solid fuel cleaning technology for 50 MW-300 MW solid fuel clean power generation Текст. / G. E. Someus // *World Sustainable Energy Journal*. – 2001. – Т. 5 – № 2. – С. 16 - 18.

7. Потапов Б. Б. Исследование режимных и конструктивных параметров валковых охладителей золы расплава / Б. Б. Потапов, В. А. Пинчук // *Металлургическая теплотехника : сб. науч. трудов Национальной металлургической академии Украины*. В двух томах. Том второй. – Днепропетровск: «Пороги», 2005. – С. 225 - 233.

### **Technology of complex conversion of lower-grade coal and coal beneficiation waste**

V.O.Pinchuk, Doctor of Technical Sciences, O.V. Tutova, PhD student, S.A. Pinchuk, master's student

(Ukrainian State University of Science and Technologies)

*To implement the technology of integrated use of lower-grade coal and coal beneficiation waste, the energy technology complex is proposed. It ensures full utilization of companion and secondary energy resources in the production. The technology of using generator gas is implemented on the basis of a combined-cycle plant with integrated gasification. The efficiency estimate of the proposed coal conversion technology and the main performance indicators of the complex was carried out.*

**Keywords:** coal, gasification, combined-cycle plant, slag, trace elements, sulfur, ecology.

УДК 577.352.2

### **Дослідження хімічно-фізичних особливостей похідних бурого вугілля для оцінки потенціалу їх гібридної функціональності**

В.В. Лебедєв<sup>1</sup>, Д.В. Мірошніченко<sup>2</sup>, Д.О. Савченко<sup>3</sup>, Є.І. Литвиненко<sup>4</sup>

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61000, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, Україна*

<sup>1</sup> *Лебедєв Володимир Володимирович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри Технології пластичних мас і біологічно активних полімерів, e-mail: [vladimirlebedev1980@ukr.net](mailto:vladimirlebedev1980@ukr.net)*

<sup>2</sup> *Мірошніченко Денис Вікторович, докт. техн. наук, доц., проф., завідувач кафедри Технології переробки нафти, газу та твердого палива, e-mail: [dvmir79@gmail.com](mailto:dvmir79@gmail.com)*

<sup>3</sup> *Савченко Дмитро Олександрович, студент кафедри Технології жирів та продуктів бродіння, e-mail: [dmitriy.savchenko2002@gmail.com](mailto:dmitriy.savchenko2002@gmail.com)*

<sup>4</sup> Литвиненко Євгенія Ігорівна, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри Інтегрованих технологій, процесів і апаратів, e-mail: [gutentagfater@gmail.com](mailto:gutentagfater@gmail.com)

В даному дослідженні проведено аналіз бурого вугілля та його похідних у вигляді гумінових кислот в аспекті їх використання для гібридної модифікації різнофункціональних матеріалів. Тематика дослідження пов'язана з неенергетичним та непаливним напрямом використання копалин вугілля, який відноситься до найбільш перспективних напрямів промисловості, яка дозволяє отримувати товарну продукцію, що користується підвищеним попитом, вартість якої значно перевищує вартість вихідної сировини. В рамках проведених якісних, кількісних та спектроскопічних аналізів гумінових кислот різних типів бурого вугілля доведено, що за рахунок наявності великої кількості різних функціональних груп в їх складі, такі гумінові похідні бурого вугілля мають значну гібридну функціональність. Показано, що серед найбільш характерних функціональних груп гумінових кислот бурого вугілля є фенольні гідроксильні –ОН групи, карбоксильні COO–, NH<sub>2</sub> деформаційні групи, фенольні та аліфатичні СО групи. За рахунок наявності такої кількості різних функціональних груп визначає здатність гумінових кислот бурого вугілля виступати гібридним модифікатором по відношенню до широкого кола речовин за рахунок таких механізмів: хімічної взаємодії, диполь-дипольної взаємодії у вигляді систем водневих зв'язків, конфірмаційних змін структури різних матеріалів та речовин.

**Ключові слова:** гумінові кислоти, гібридна функціональність, модифікація, полімери, властивості

Буре вугілля вважається одним із найпоширеніших і найважливіших видів викопного палива для виробництва різних типів енергії. Однак просте спалювання цієї сировини є вкрай неефективним, через те, що буре вугілля може використовуватися як універсальна та цікава речовина в кількох сферах застосування завдяки своїм специфічним властивостям і складу. Саме тому, сьогодні неенергетичне та непаливне використання копалин вугілля відноситься до найбільш перспективних напрямів промисловості, яка дозволяє отримувати товарну продукцію, що користується підвищеним попитом, вартість якої значно перевищує вартість вихідної сировини.

Одним з перспективних, але практично не досліджених, напрямків використання бурого вугілля та його похідних для модифікації різнофункціональних біодеградабельних матеріалів з метою покращення комплексу їх властивостей та забезпечення екологічної безпеки.

В рамках проведених якісних, кількісних та спектроскопічних аналізів гумінових кислот різних типів бурого вугілля доведено, що за рахунок наявності великої кількості різних функціональних груп в їх складі, такі гумінові похідні бурого вугілля мають значну гібридну функціональність. Було встановлено, що в гумінових кислот бурого вугілля превалюють карбоксильна та фенольна групи, також в значній кількості присутні карбонільна та гідроксильна групи. Наявність різних функціональних груп визначає здатність гумінових кислот бурого вугілля виступати гібридним модифікатором по відношенню до широкого кола речовин за рахунок таких механізмів: хімічної взаємодії, диполь-дипольної взаємодії у вигляді систем водневих зв'язків та викликати конфірмаційних змін структури.

## Research of chemical and physical characteristics of lignite derivatives to assess the potential of their hybrid functionality

V.V. Lebedev, PhD in technical sciences, D.V. Miroshnichenko, Doctor of Technical Sciences, D.O. Savchenko, E.I. Lytvynenko, PhD in technical sciences, (NTU «KhPI»)

In this study, an analysis of brown coal and its derivatives in the form of humic acids was carried out in terms of their use for hybrid modification of multifunctional materials. The topic of the research is related to the non-energy and non-fuel direction of using coal minerals, which is one of the most promising directions of industry, which allows obtaining commercial products with high demand, the cost of which significantly exceeds the cost of raw materials. As part of the conducted qualitative, element and spectroscopic analyzes of humic acids of different types of brown coal, it was proved that due to the presence of a large number of different functional groups in their composition, humic derivatives of brown coal have significant hybrid functionality. It is shown that among the most characteristic functional groups of brown coal humic acids are phenolic hydroxyl –OH groups, carboxyl COO–, NH<sub>2</sub> deformation groups, phenolic and aliphatic CO groups. Due to the presence of such a number of different functional groups, the ability of brown coal humic acids to act as a hybrid modifier in relation to a wide range of substances is determined by the following mechanisms: chemical interaction, dipole-dipole interaction in the form of hydrogen bond systems, confirmatory changes in the structure of various materials and substances.

**Key words:** humic acids, hybrid functionality, modification, polymers, properties

УДК 669.74

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТИ ЗГОРЯННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ДЕРЕВИННОГО ВУГІЛЛЯ

Мірошніченко Д.В., Малік І.К.

1. Мірошніченко Денис Вікторович, завідувач кафедри технологій переробки нафти, газу та твердого палива, доктор технічних наук, професор, НТУ «ХПІ», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, Україна, e-mail: [dvmir79@gmail.com](mailto:dvmir79@gmail.com)

2., Малік Іван Костянтинівич аспірант кафедри технологій переробки нафти, газу та твердого палива, НТУ «ХПІ», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, Україна, e-mail: [greenpower.ukr@gmail.com](mailto:greenpower.ukr@gmail.com)

Метою роботи стало встановлення взаємозв'язку даних експрес-аналізу (вологість, зольність, вихід летких речовин, вміст нелеткого вуглецю) та елементного (вміст вуглецю, водню, азоту, сірки, кисню) складу різних видів рослинної сировини та деревинного вугілля з їхньою вищою теплотою згоряння, а також вплив зміни показників технічного та елементного аналізів на величину вищої теплоти згоряння ( $Q_s^{daf}$ ) досліджуваних зразків. Розроблено математичні залежності для прогнозування вищої теплотворної здатності рослинної сировини та деревинного вугілля з високою точністю (коефіцієнти кореляції перевищують величину  $r > 0,5$ ) на основі вмісту вуглецю та кисню, атомних співвідношень між вуглецем та киснем.

Ключові слова: рослинна сировина, біомаса, деревинне вугілля, елементний склад, показники якості, теплота згоряння, математичні залежності.

Теплота згоряння є важливою властивістю рослин, яка може відображати здатність фіксувати сонячну радіацію під час фотосинтезу. Теплота згоряння також є важливим показником для оцінки матеріального циклу і перетворення енергії в лісових екосистемах.