



Борук С. Д.

## ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ПАЛИВА НА ОСНОВІ ВТОРИННИХ ПАЛИВНИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Розроблена схема отримання альтернативного рідкого палива на основі вторинних паливних енергоносіїв — відходів вуглезбагачення, некондиційного по зольності або вмісту сірки вугілля, технічного пірокарбону, нафтових шламів, продуктів переробки полімерних матеріалів. Проведені випробування показали економічну й екологічну доцільність застосування отриманих сумішей як палива.

**Ключові слова:** нафтові шлами, відходи вуглезбагачення, рідкі продукти піролізу полімерних матеріалів, седиментаційна стійкість, в'язкість.

### 1. Вступ

Аналіз світових тенденцій свідчить, що лише широке і екологічно безпечне застосування вторинних та некондиційних енергоносіїв може забезпечити екологічну безпеку держави. Перспективним напрямом є створення на їх основі рідкого, усередненого за складом палива, придатного за своїми характеристиками для безпосереднього спалювання в котлоагрегатах, і визначення режимів його спалювання, за яких будуть досягатися прийнятні технологічні та екологічні показники процесу [1–3].

Рациональна та екологічно безпечна утилізація відходів паливо-видобувної промисловості сприятиме зменшенню об'ємів споживання імпортованого мазуту.

### 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

У паливно-енергетичному комплексі України вугілля — це основна технологічна сировина й енергетичне паливо. Хімічний склад вугілля не тільки визначає його якість і конкурентну здатність, але часто загрожує екологічною небезпекою регіонам із високою концентрацією промисловості. Так, в енергетичному вугіллі вміст сірки складає 3–4 %, а зольність нерідко перевищує 40 %. У коксуючому вугіллі вміст сірки та породи досягає відповідно 2–3 % і 20–35 %. Це визначає основну масу шкідливих викидів у атмосферу тепловими електростанціями (67–77 %) і коксохімзаводами (біля 50 %). Через недостачу високоякісного палива намітилася наростаюча стійка тенденція використання в якості палива збалансованого високозольного вугілля та відходів вуглезбагачення.

Перспективним напрямком підвищення ефективності використання вугілля та скорочення викидів забруднюючих речовин, які утворюються при його спалюванні, є створення висококонцентрованих водовугільних суспензій. Світова практика використання (ВВВС) як заміника котельного палива показала, що вони вдвічі дешевші від мазуту, а також мають значні переваги з екологічного погляду. Зокрема, при адекватній заміні пилоподібного вугільного палива на ВВВС з масовою часткою вугілля 63 % викид в атмосферу сульфур(IV) оксиду й нітроген(IV) оксиду зменшується на 30 % та

50 % [4–8]. При використанні органічних дисперсійних середовищ сумарний високий вміст паливної складової (вугілля + продукти піролізу) в таких системах дозволяє регулювати їх в'язкість шляхом зміни концентрації дисперсної фази [9–11].

Метою роботи було дослідження шляхів зменшення антропогенного впливу паливо-видобувних та енергогенеруючих підприємств шляхом створення альтернативних видів палива на основі вторинних і некондиційних енергоресурсів.

### 3. Результати досліджень фізико-хімічних та експлуатаційних характеристик суспензійного вугільного палива

Об'єктом дослідження слугували:

— буре вугілля марки «Б», Олександрійського родовища. Бурий порошок, зольністю 22,5 %, вологістю 32,3 %. Розміри частинок 0,1–5 мм.

— відходи вуглезбагачення вугілля марки «Т», центральної збагачувальної фабрики «Кондратьєвська», вологістю 15 %, зольністю 43,1 %.

Рідкі продукти піролізу гуми, фракції відгону 55–185 °С, які є сумішшю різних продуктів.

Суспензії отримані при застосуванні як дисперсійного середовища рідких продуктів піролізу гуми з концентрацією твердої фази 57–66 % (мас) для відходів вуглезбагачення вугілля марки «Т» і 29–35 % (мас) для бурого вугілля за своїми фізико-хімічними характеристиками можна використати як паливо. Значно зростає седиментаційна стійкість отриманих систем. Практично, навіть при довгостроковому зберіганні не відбувається розшарування таких систем. Це може бути наслідком значного спорідненості органічних продуктів, які містяться в продуктах піролізу до вугілля. Експлуатаційні характеристики створених систем (табл. 1) мають характеристики, які дозволяють використовувати їх як паливо. Враховуючи доступність і відносну дешевизну вихідної сировини, такий вид палива може успішно конкурувати з традиційними видами рідкого палива.

Разом з тим безпосереднє застосування рідких продуктів піролізу не бажане, так як вони містять значний вміст легких органічних речовин, що може при помелі привести до утворення вибухонебезпечної пароповітряної

суміші. Більш раціональним шляхом є їх застосування як розріджувачів для нафтових шламів — відходів переробки нафти. Їх безпосереднє використання як палива нецільно як з екологічного, так і технологічного погляду.

Таблиця 1

Експлуатаційні характеристики спалювання вихідного твердого енергоносія та суспензій на основі рідких продуктів піролізу гуми

Зразок	Ступінь вигорання паливної складової (%)	Теплота спалювання (кДж/кг)
Рідкі продукти піролізу гуми	99,8	48800
Шлами вугілля марки «Т», ЦОФ Кондрагевська	83,5	22250
Суспензія на основі шламів вугілля марки «Т», ЦОФ	99,5	34500
Буре вугілля	86,5	35200
Суспензія на основі бурого вугілля	99,3	41200

Нами були приготовані суміші із різним співвідношенням компонентів. Встановлено, що отримані суміші мають високі експлуатаційні характеристики. Чітко відстежується закономірність зменшення в'язкості із збільшенням частини продуктів піролізу. Одержані суміші, як показали проведені на дослідно-промисловій установці дослідження придатні до прямого спалювання. Цікавими є екстремальні дані по теплотворній здатності зразків при співвідношення нафтові залишки — рідкі продукти піролізу = 2 : 1. Імовірно, при даному співвідношенні вдається досягти оптимального для процесу горіння складу: органічні речовини — вода — мінеральна складова, при якому мінеральні речовини здатні виявляти каталітичні властивості. Створені системи не стійкі і швидко відбувається розшарування на легкі і важкі фракції. Раціональним шляхом їх стабілізації і підвищення теплотворної здатності є введення до їх складу дисперсного вугілля. Перспективи подальшого використання таких систем як палива були підтвержені проведенням дослідно-промислових випробувань.

Для стабілізації систем використовували дисперсне вугілля різного ступеня метаморфізму. Фізико-хімічні та екологічні характеристики одержаних дисперсних систем дозволяють використовувати паливо розробленого складу в промислових масштабах, що було підтверджено дослідно-промисловими випробуваннями.

#### 4. Висновки

1. Встановлено введення до нафтових відходів рідких продуктів піролізу гуми дозволяє зменшити їх в'язкість та підвищити температуру спалаху, що дає можливість застосовувати такі суміші як паливо або дисперсійне середовище для отримання суспензійного вугільного палива.

2. Показано, що експлуатаційні суміші нафтові відходи — рідкі продукти піролізу, в першу чергу теплотворна здатність, вищі ніж при спалюванні компонентів окремо, імовірно за рахунок реалізації мікрогетерогенного каталізу процесів горіння. Створення висококонцентрованих вугільних суспензій на основі рідких продуктів піролізу гуми дозволяє ефективно використовувати низькокалорійні енергоносії.

#### Література

- Макаров, А. С. Фізико-хімічні основи одержання висококонцентрованих водовугільних суспензій [Текст] / А. С. Макаров, І. П. Олофінський, Т. Д. Дегтяренко // Вісник АН УРСР. — 1989. — № 2. — С. 65–75.
- Ур'єв, Н. Б. Высоконцентрированные дисперсные системы [Текст] / Н. Б. Ур'єв. — М.: Химия, 1980. — 320 с.
- Филипенко, Т. А. О влиянии добавок разжижителей и гранулометрического состава водоугольных суспензий на их реологические свойства [Текст] / Т. А. Филипенко, В. Л. Басенкова, И. В. Ильинская // Химия твердого топлива. — 1989. — № 5. — С. 104–109.
- Егурнов, А. И. Получение и характеристики неводных высококонцентрированных суспензий на основе низкокалорийного угля и отходов углеобогащения [Текст] / А. И. Егурнов, С. Д. Борок, И. А. Винклер // Збагачення корисних копалин. — 2009. — № 36(77)–37(78). — С. 224–229.
- Борок, С. Д. Влияние свойств угля и характеристик дисперсионной среды на интенсивность помолы при получении суспензионного угольного топлива [Текст] / С. Д. Борок // Вестник национального технического университета «ХПИ». — № 65. — 2010. — С. 89–94.
- Егурнов, А. И. Физико-химические принципы получения композиционного топлива на основе вторичных топливных энергоресурсов [Текст] / А. И. Егурнов, С. Д. Борок, И. А. Винклер // Збагачення корисних копалин. — 2011. — № 44(85). — С. 167–173.
- Борок, С. Фізико-хімічні та експлуатаційні характеристики сумішей нафтові шлами — рідкі продукти піролізу полімерних матеріалів [Текст] / С. Борок, Н. Трояновська, І. Борок // XIII наукова конференція «Львівські хімічні читання-2011». — Львів: ЛНУ ім. І. Франка. — 2011. — С. Д23.
- Егурнов, А. И. Перспективы внедрения суспензионного угольного топлива с учетом рекомендаций европейского парламента и совета европейского союза [Текст] / А. И. Егурнов, С. Д. Борок, И. А. Винклер, Н. М. Трояновская // Збагачення корисних копалин. — 2013. — № 53(94). — С. 210–217.
- Макаров, А. С. Композиционные угольные суспензии на основе вторичных топливных энергоресурсов [Текст] / А. С. Макаров, С. Д. Борок, А. И. Егурнов, К. В. Макарова // Уголь Украины. — 2013. — № 7. — С. 50–52.
- Борок, С. Д. Получение и физико-химические свойства суспензионного угольного топлива на основе отходов нефтепереработки [Текст] / С. Д. Борок, А. И. Егурнов // Вісник національного технічного університету «ХПИ». — № 50. — 2011. — С. 29–34.
- Борок, С. Д. Вплив умов проведення помелу на фізико-хімічні властивості суспензійного вугільного палива [Текст] / С. Д. Борок, О. І. Егурнов // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. — 2011. — № 45. — С. 270–274.

#### ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Разработана схема получения альтернативного жидкого топлива на основе вторичных топливных энергоносителей — отходов углеобогащения, некондиционного по зольности или содержанию серы угля, технического пирокарбона, нефтяных шламов, продуктов переработки полимерных материалов. Проведенные испытания показали экономическую и экологическую целесообразность применения полученных смесей как топлива.

**Ключевые слова:** нефтяные слова, отходы углеобогащения, жидкие продукты пиролиза полимерных материалов, седиментационная устойчивость, вязкость.

*Борок Сергій Дмитрович, кандидат хімічних наук, доцент, кафедра органічної і фізичної хімії та екології хімічних виробництв, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, Україна, e-mail: boruk\_s@hotmail.com.*

*Борок Сергей Дмитриевич, кандидат химических наук, доцент, кафедра органической и физической химии и экологии химических производств, Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича, Украина.*

*Boruk Sergiy, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine, e-mail: boruk\_s@hotmail.com*