

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Сабєрової Вікторії Олександрівни**

### **«ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИКОПНОГО ВУГІЛЛЯ В НАНОПОРИСТІ МАТЕРІАЛИ ПРИ ЛУЖНІЙ АКТИВАЦІЇ З ТЕПЛОВИМ УДАРОМ»,**

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук  
за спеціальністю 02.00.13 – Нафтохімія та вуглехімія

#### **Актуальність теми.**

Лужна активація, як процес високотемпературної обробки вуглецевої сировини з гідроксидами лужних металів є поширеним методом одержання нанопоруватого активованого вугілля (АВ). Порівняно з темплатним синтезом або хлоруванням карбідів металів, лужна активація є більш простою і застосовується для отримання АВ з майже будь-якої сировини: біомаси, коксу, полімерів, викопного вугілля тощо. В ІнФОВ ім. Л.М. Литвиненка НАН України було запропоновано новий метод – лужну активацію з тепловим ударом (АТУ-процес), який дозволяє отримувати АВ з розвиненою поверхнею при зменшеному співвідношенні лужного активатора до вугілля (Тамаркіна Ю.В., Хабарова Т.В., Шендрік Т.Г., Кучеренко В.О. Патент на корисну модель № 61059, 2010 р). Перспективність методу було підтверджено, але залишилися невизначеними закономірності формування молекулярної, просторової, поруватої структури, а також не до кінця вивчим вплив температури теплового удару і ступеня метаморфізму вугілля. З огляду на це, детальне вивчення АТУ-процесу отримання нанопоруватого АВ залишається актуальним і важливим етапом створення наукових основ конверсії викопного вугілля України у вуглецеві адсорбенти.

**Дисертаційну роботу виконано** в рамках наукових досліджень відділу хімії вугілля, що були пов'язані з планами науково-дослідних робіт ІнФОВ ім. Л.М. Литвиненка НАН України: тема III-08-14 «Синтез і властивості мікро- і мезопоруватих матеріалів з сумішей низькометаморфізованого вугілля й відходів коксохімії» (№ держреєстрації 0114U003225), тема III-06-17 «Розробка фундаментальних основ процесу одержання нанопоруватих адсорбентів з активованого лугами вугілля різного ступеня метаморфізму» (№ держреєстрації 0117U000022).

## **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.**

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, є високим і базується на аналізі літературних даних з розглянутих проблемних питань, грамотній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні й критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників і формулюванні висновків за отриманими експериментальними даними. Сформульовані закономірності перевірені шляхом зіставлення із відомими в світовій літературі, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

### **Достовірність результатів досліджень.**

При виконанні дисертаційної роботи були використані сучасні методи дослідження, такі як елементний аналіз, комплексний термічний аналіз, рентгенофазовий і рентгеноструктурний методи, ІЧ-спектроскопія, низькотемпературна адсорбція-десорбція азоту, хімічний метод визначення вмісту гуматів тощо.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

- вперше встановлено основні закономірності структурної реорганізації викопного вугілля при його перетворенні в АВ в АТУ–процесі та кількісно оцінено вплив температури і ступеня метаморфізму вугілля на порувату структуру АВ;
- ідентифіковано три основних процеси, які формують структуру АВ при підвищенні температури теплового удару;
- вперше виявлено, що надмолекулярна структура АВ формується при 400-850°C і являє собою тривимірний зшитий каркас з одиничних поліаренів, які просторово розорієнтовані і зв'язані  $C_{ar}-O-C_{ar}$  та одинарними  $C_{ar}-C_{ar}$  містковими зв'язками. У каркасі АВ рівномірно розосереджені графітоподібні кристаліти; їх міжшарова відстань, висота і вміст знижуються, а середній діаметр збільшується зі зростанням температури теплового удару;
- вперше встановлено, що спільна дія теплового удару і КОН розвиває поруватість АВ тільки в діапазоні температур від 400 до 850°C. На підставі залежностей характеристик АВ від вмісту карбону ( $C_{daf}=70.4-95.6\%$ ) визначено, що вугілля утворює мікропоруваті матеріали, а зі збільшенням  $C^{daf}$  частка

мікропор зростає від 0.64 до 0.92. Введення теплового удару при активації (800°C) вугілля різного СМ призводить до отримання АВ з меншими у 1.07-1.30 рази виходами, але більшим у  $\leq 2.2$  рази об'ємом пор та питомою площею поверхні ( $\leq 2.5$  рази).

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Дані роботи істотно розширюють фундаментальні знання про реакційну здатність викопного вугілля України і властивості твердих вугільних продуктів. Результати досліджень можуть бути практично використані для створення нових і вдосконалення існуючих методів отримання вуглецевих матеріалів, які використовуються в іоністорах, пристроях зберігання водню і природного газу та як адсорбенти екотоксикантів в процесах очищення водних і повітряних середовищ. Встановлено параметри пористої структури АВ, отриманого з вугілля різного ступеня метаморфізму, в уніфікованих умовах АТУ–процесу, що визначають здатність будь-якого викопного вугілля утворювати АВ та практичну перспективність його переробки в нанопоруваті матеріали.

**Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки і рекомендації з використання результатів роботи доповідались на 7-х конференціях, семінарах, симпозіумах; за матеріалами дисертації опубліковано 11 статей у профільних наукових журналах. Публікації повністю висвітлюють результати й положення дисертації. Наукові публікації автора не є тотожними.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

**По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження.**

1. При висвітленні фізико-хімічних основ та особливостей процесу лужної активації серед переваг цього методу дисертанткою була зазначена можливість досягти «великої площі поверхні», яка в дисертації виглядала як  $\geq 1000 \text{ м}^2/\text{г}$  (с.21), а в авторефераті – як  $\geq 3000 \text{ м}^2/\text{г}$  (с.3).
2. У зв'язку із тим, що на с.43 дисертації зазначено, що «У роботі використані зразки банку викопного вугілля, що створено в ІнФОВ ім. Л.М. Литвиненка НАН України» з п'ятнадцяти зразків, не зрозуміло, чому на с.42 представлений хімічний склад поверхні для

тринадцяти зразків викопного вугілля, на с.56 (табл.3.1) і с.58 (табл.3.2) наведений вміст летких продуктів для десяти з них, а на с.66 вказано, що «Дослідження виконані на зразку бурого вугілля Олександрійського родовища».

3. Не зрозуміло, чому розділ 3 дисертації має назву «Термолужна деструкція вугілля в інтервалі температур до 400°C», якщо в ньому проаналізований температурний інтервал від 20 до 500°C.
4. Пояснення до Рис.4.1 (с.66) «зі зростанням температури вихід ТПТ знижується до  $15\pm 2\%$  при 850°C» не відповідає дійсності. Рис.4.1 в першу чергу показує, що вихід твердих продуктів при нагріванні бурого вугілля до температури 850°C складає (становить, дорівнює тощо)  $15\pm 2\%$ .
5. Ні в розділі 2 дисертації, ні в будь-яких інших, не зазначено за якою саме моделлю адсорбції визначалась питома площа поверхні, а, відповідно, і розподіл пор за розмірами, для отриманих і досліджених поруватих вуглець-вмісних матеріалів та напівпродуктів.
6. Позначення  $W$  автором використане для діаметрів пор, але в назвах рисунків та поясненнях до них воно згадується як «розмір пор» та «ширина пор», що іноді ускладнює аналіз, порівняння та, навіть, загальне розуміння викладеного.
7. В тексті дисертації відсутнє пояснення чому на рис.4.4 ІЧ-спектри представлені для ТПТ, що отримані за температурах 400; 500; 600 та 700°C; а на рис.4.6 представлені залежності сумарного об'єму пор від ширини пор для вдвічі більшого набору зразків.
8. Збилась нумерація сторінок в Змісті.
9. В тексті дисертаційної роботи зустрічаються термінологічно невірні вирази. Наприклад, «сушка» замість «висушування», «питома поверхня» замість «питома площа поверхні», «вуглецеві речовини» замість «вуглець-вмісні речовини» тощо. Зустрічаються русизми «у відсутності», «при температурах» тощо. Певної корекції також потребують вирази на кшталт «хороші адсорбційні властивості» або «мала поверхня».

Однак вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Саберової Вікторії Олександрівни «Перетворення викопного вугілля в нанопористі матеріали при лужній активації з тепловим ударом», є завершеною науково-дослідною працею, яка за актуальністю, обсягом наукових досліджень, новизною та практичною цінністю відповідає вимогам до кандидатських дисертацій згідно п. 9; 11 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.13 – Нафтохімія та вуглехімія.

Офіційний опонент:

доцент кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
кандидат хімічних наук, доцент



І.М. Іваненко

Вчений секретар Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»




В.В. Холявко