

Відгук

офіційного опонента на дисертаційну роботу Сорокіна Євгенія Леонідовича «Розвиток наукових основ, внутрішньої будови та властивостей вугілля для розширення сировинної бази коксування», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.17.07 – «хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів»

1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок з науковою тематикою.

При наявності обмеженої кількості українського коксівного вугілля, можливим рішенням є залучення імпортного вугілля ближнього та дальнього зарубіжжя.

Відомо, що частка українського вугілля протягом останніх років знижується і у теперішній час не перевищує 25 %, у той час як імпортна складова сировинної бази коливається у межах 75–80 %.

Необхідно зазначити, що постачання закордонного вугілля внаслідок значної відстані транспортування є досить тривалим (декілька місяців), включаючи довге перевезення водним або залізничним транспортом, зберігання на місці видобутку, у портах, перевалочних станціях тощо.

У результаті багатьох вантажних операцій вугілля може змішуватися з іншими марками, тим самим втрачаючи свою технологічну цінність. Використання таких сумішей негативно позначається на якості отриманого доменного коксу, призводячи до підвищування його витрати в доменному процесі.

Виходячи з викладеного. Виникла потреба в розробці інноваційних методів розширення сировинної бази коксування за рахунок вилучення цінних густинних фракцій енергетичного слабкоспікливого вугілля до коксування.

Таким чином, обрана тема дисертаційної роботи Сорокіна Є.Л. є актуальною і своєчасною. Вирішення важливої науково-технічної проблеми – розвитку наукових основ внутрішньої будови та властивостей вугілля для розширення сировинної бази коксування дозволить освоїти інноваційні

технології, які підвищують економічну та екологічну ефективність виробництва і сприятимуть сталому розвитку коксохімічних підприємств.

Обрана автором дисертації тема досліджень пов'язана з науковими планами та програмами науково-дослідних робіт Національної металургійної академії України Міністерства освіти і науки України. Зокрема: «Виробництво інноваційних вуглецевмісних матеріалів з використанням біомаси для зменшення витрат непоновлюваних енергетичних джерел та застосування в енергоємних металургійних технологіях» (номер держ. реєстрації 0117U002341).

Зважаючи на вищезгадане, є підстави вважати дисертаційну роботу Сорокіна Є.Л., в якій розглянуто розвиток наукових основ внутрішньої будови та властивостей вугілля для розширення сировинної бази коксування, актуальною та своєчасною.

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, що містяться у дисертаційній роботі, в достатній мірі є обґрунтованими.

Дисертантом виконано наступне:

- проведено критичний аналіз процесів і способів розширення сировинної бази коксування, а також розглянуто сучасні уявлення про будову спіклого вугілля і загальні положення про характер взаємодії спіклого вугілля в результаті термічного піролізу;
- встановлено, що метод густинного фракціонування в сучасних умовах є найбільш ефективним методом, що дозволяє розширити сировинну базу коксування;
- вивчено молекулярну і надмолекулярну структури окремих фракцій вугілля, відмінних за густиною, за допомогою атомно-силової мікроскопії та фрактального методу аналізу поверхні сколу;
- встановлено зміну густини груп мацералів у ряді метаморфізму за допомогою густинного фракціонування;
- вивчено хімічну будову окремих фракцій спіклого вугілля;

– розроблено технологічні параметри виробництва коксу з використанням густинної фракції слабкоспікливого вугілля в шихті для коксування.

Достовірність результатів теоретичних досліджень була підтверджена результатами, отриманими при проведенні дослідно-промислових випробувань на ПрАТ «Дніпровський КХЗ».

3. Наукова новизна, теоретична і практична значущість дисертаційної роботи

До основних результатів дисертаційної роботи, що складають наукову новизну, слід віднести нижченаведені положення:

- *вперше за допомогою атомно-силової мікроскопії встановлено ідентичні зміни характеру поверхні сколугустинних фракцій вугілля низької і середньої стадії метаморфізму. Виявлено на поверхні сколів густинних фракцій вугілля наявність наноструктурних речовин, згрупованих у блоки сполучень, що містять полісполучені аліфатичні надмолекулярні конгломерати і елементи з подальшою їх трансформацією в полісполучені «дендридоподібні» системи при переході від менш густої до більш густої фракції вугілля;*
- *вперше за теорією фракталів розраховано фрактальну розмірність ієрархічної структури надмолекулярних утворень, виявлених на поверхні сколів досліджуваних густинних фракцій вугілля. Встановлено, що фракції вугілля з більшою густиною, за рахунок організації та рекомбінації наноструктурних утворень, мають структуру з розвиненою конфігурацією сформованих надмолекулярних сполук, а зміни в густинних фракціях вугілля низької і середньої стадії метаморфізму ідентичні;*
- *висвітлено подальший розвиток уявлення про зміну властивостей мацералів вугілля в ряді метаморфізму. На підставі розрахунків густини мацералів вугілля різної стадії метаморфізму виявлено, що при збільшенні стадії метаморфізму змінюється макромолекулярна структура мацералів групи інертиніту внаслідок розвитку системи сполучених зв'язків і збільшення вмісту ароматичних конденсованих сполук при практично незмінній структурі мацералів групи вітриніту. Встановлено, що в ряді метаморфізму інтенсивність*

зміни густини мацералів становить для групи вітриніту до 0,009 од. і групи інертиніту до 0,19 од.;

– розширено наукові уявлення про зміну усереднених «молекулярних» структур вугілля як у ряді метаморфізму, так і при зміні його густини. На підставі отриманих стехіометричних рівнянь усереднених молекул органічної маси вугілля встановлено, що зі збільшенням ступеня метаморфізму вугілля і при зміні його густини знижується вміст атомів кисню і водню при одночасному збільшенні вмісту атомів вуглецю і зростанні їх ролі в побудові молекулярної структури, що супроводжується закономірним зростанням ступеня ароматичності і зниженням відносної розгалуженості бокових ланцюгів;

– уточнено наукові дані про характер зміни показника ароматичності для вугілля різної стадії метаморфізму і його густинних фракцій. Досліджено зміну показника ароматичності для густинних фракцій вугілля різних стадій метаморфізму і встановлено діапазон (від $<1,25 \text{ г/см}^3$ до $1,27\text{--}1,28 \text{ г/см}^3$), що відповідає розподілу вугілля за марками. Виявлено взаємозв'язок між показником ароматичності густинних фракцій, структурою макромолекул органічної маси і показником зміни інтенсивності ароматичності, а також встановлено його значення для густинних фракцій молодого вугілля $\sim 0,26$ од., а більш зрілого вугілля $\sim 0,1$ од.;

– вперше виявлено закономірності зміни індексу основності густинних фракцій слабо спікливого вугілля марки ДГ залежно від характеру розподілу мінеральних компонентів у золі. Встановлено, що внаслідок кількісного перерозподілу основних і кислих оксидів максимальні значення індексу основності $\sim 6,31\%$ відповідають густинній фракції $<1,25 \text{ г/см}^3$ і з підвищенням густини фракції $>1,3 \text{ г/см}^3$ індекс основності симптоматично знижується до $\sim 4,64\%$.

Практичне значення результатів теоретичних і експериментальних досліджень полягає в такому:

– розроблено технологічні прийоми використання слабкоспікливого вугілля в гірничо-металургійній галузі для розширення сировинної бази, а також ефективної та раціональної переробки горючих копалин;

– за результатами здійсненого на ПрАТ «Дніпровський КХЗ» дослідно-промислового коксування встановлено доцільність використання до 10% фракції слабкоспікливого вугілля з густиною $1,25-1,3 \text{ г/см}^3$ у шихті для коксування при отриманні металургійного коксу з комплексом заданих показників властивостей;

– здійснена багатокритеріальна оптимізація вугільних шихт, що містять фракцію слабкоспікливого вугілля марки ДГ і врахування її одночасного впливу на механічні, фізико-хімічні та хімічні властивості твердого вуглецевого залишку як на параметри оптимізації, дозволили розробити склад вугільної шихти для отримання металургійного коксу, який захищений патентом України № 85624;

– розроблено технологічні режими для отримання фракції слабкоспікливого вугілля марки ДГ з густиною $1,25-1,3 \text{ г/см}^3$ із застосуванням чотирьохпродуктового каскадного важкосередовищного гідроциклону і отримано рекомендації щодо їх використання під час проектування вуглезбагачувальних фабрик;

– запроваджено результати досліджень структури і властивостей слабкоспікливого і добреспікливого вугілля для використання в навчальному процесі на кафедрах:

- металургійного палива та вогнетривів (Національна металургійна академія України) під час викладання дисциплін «Будова речовини і методи її дослідження», «Фізика і хімія твердих горючих копалин», «Підготовка твердих горючих копалин до переробки»;
- хімічної технології палив, полімерних та поліграфічних матеріалів (ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет) під час викладання дисципліни «Технології переробки горючих копалин», «Теоретичні основи технологічних процесів переробки горючих

копалин», «Теоретичні основи технологічних процесів одержання альтернативних енергоресурсів»;

- технології переробки нафти, газу і твердого палива (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут») при підготовці студентів за спеціальністю 161 «хімічні технології та інженерія» під час викладання спеціальних лекційних курсів кафедри.

4. Дискусійні положення та зауваження до роботи.

В цілому результати дисертаційної роботи варто оцінити позитивно. Незважаючи на загальну позитивну оцінку, вважаю на необхідне висловити такі зауваження.

1. Автор має декілька хибне уявлення щодо показників якості вугілля марки «Г» (стор. 26). Згідно ДСТУ 3472:2015 «Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація» вугілля марки «Г» має значення середнього довільного показника відбиття вітриніту $R_{0,t}$ від 0,6 до 0,79 %; виходу летких речовин на сухий беззольний стан V^{daf} від 36 до 44 % та товщину пластичного шару від 10 до 24 мм.

2. Не зрозуміло навіщо виробляти доменний кокс с показниками якості $CRI=89-90$ % та $CSR=6-7$ % (стор. 29).

3. Відсутні деякі одиниці виміру у табл. 1.1 (стор. 31).

4. Як може глибока сушка при 100 °C супроводжуватися виділенням вологи, що утворюється при синтезі H_2 і O_2 у камері коксування при значно високій температурі (стор. 32)?

5. Нема ВАТ «Ясиноватській коксохімічній завод», є «Ясинівський коксохімічній завод» (стор. 3).

6. Що таке «загальна проба становила 500 м» (стр. 74) або «навішування коксу в кількості 5 м»? Чому індекс Рогу вимірюється у відсотках, а не у одиницях (стор. 102)?

7. Яка різниця між математико-статистичним, математичним та комп'ютерним апаратом (стор. 81)? Що таке багатокритеріальна оптимізація?

8. Формули (6.2) та (6.3) для розрахунку показників CRI та CSR розроблені Улановським М.Л. та Мірошніченко Д.В. у 2005 році, а не Козловим В.А. у 2012 році (стор.218).

9. Чи були розрахунки щодо кількості густинних фракцій, що можливо залучити до сировинної бази коксування український коксохімічних підприємств, наприклад у 2021 році?

5. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Сорокіна Євгенія Леонідовича «Розвиток наукових основ внутрішньої будови та властивостей вугілля для розширення сировинної бази коксування» виконана на достатньо високому рівні, містить нові теоретичні узагальнення і практичні рекомендації до вирішення актуальної науково-прикладної проблеми щодо розширення сировинної бази коксування.

Актуальність теми дослідження, науковий рівень та практичне значення дисертаційної роботи відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України, що ставляться до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Тема дисертації відповідає спеціальності 05.07.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів. Завдання дослідження охоплюють широке коло питань, що дозволило автору всебічно вивчити досліджуваний об'єкт і досягти поставленої мети. Робота має логічну структурну побудову, характеризується послідовністю розв'язання завдань дослідження. Мова дисертації відповідає нормативним вимогам. Стиль дисертації носить науково-переконливий характер.

Автореферат дисертації необхідним чином розкриває основні її положення та висновки, є ідентичним дисертації за структурою та змістом та не містить інформації, що є відсутньою у дисертаційній роботі. Усі пункти наукової новизни дослідження, які заявлені в авторефераті, необхідним чином відображено у дисертаційній роботі.

Обсяг друкованих праць та їх кількість відповідають вимогам щодо публікацій основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Основні матеріали дисертаційної роботи висвітлено у 36 опублікованих працях, у тому числі 21 стаття у фахових виданнях, з яких 3 – у

періодичних виданнях інших держав, що входять до Організації економічного співробітництва та розвитку і ЄС; 1 патент на винахід і 14 тез доповідей у матеріалах міжнародних та українських конференцій.

Пропозиції автора були оприлюднені на науково-практичних конференціях. Таким чином, основні положення дослідження пройшли усі види апробації: вони опубліковані, впроваджені, обговорені на науково-практичних конференціях різного рівня.

Викладене дозволяє стверджувати, що дисертація на тему «Розвиток наукових основ внутрішньої будови та властивостей вугілля для розширення сировинної бази коксування» за своїм змістом відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12, 13 і 14 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вчених звань...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567, а її автор – Сорокін Євгеній Леонідович – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Офіційний опонент –

Завідувач кафедри «Технології переробки
нафти, газу та твердого палива»

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків,

доктор технічних наук, професор

Денис Денис МІРОШНИЧЕНКО

