

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу

Малого Євгена Івановича

за темою «Наукові основи способів модифікації вугілля та вугільних шихт для отримання доменного коксу високої якості», що подана до захисту на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів

На сьогодні істотна частина запасів вугілля основних басейнів України – це газові малометаморфізовані слабкоспікливі марки, частка яких у складі шихти для коксування не перевищує 18 %. Збільшення частки вітчизняного малометаморфізованого слабкоспікливого вугілля в складі шихт є дуже важливим для вугільної та металургійної промисловості України.

Використання у доменному виробництві пиловугільного палива безпосередньо впливає на підвищення вимог до якості коксу, а нестабільність у постачанні імпортного вугілля істотно впливає на властивості вугільної шихти та сталість якості основних продуктів коксохімічного виробництва. Тому, для задоволення високих вимог до якості доменного коксу в умовах обмеження можливого вибору сировини зростає необхідність вдосконалення технології виробництва коксу.

Вивчення рукопису та автореферату дозволяють дійти висновку, що тема дисертаційної роботи Малого Є. І. безумовно є **актуальною** та присвячена вирішенню **актуальної науково-прикладної проблеми** розроблення наукових і технологічних засад розширення сировинної бази коксування та поліпшення якості коксу.

На підставі аналізу науково-технічної, патентної літератури та сучасних технологічних методів модифікації вугілля та вугільної шихти як до, так і в процесі коксування з метою забезпечення доменного виробництва продукцією необхідної якості дозволили дисертанту фахово визначити мету, основні наукові завдання, об'єкт і предмет дослідження, а також напрями та методи дослідної роботи.

Поставлені в роботі завдання досліджень доведені до кінцевого логічного вирішення, а сама дисертація є завершеною науково-дослідною роботою та відповідає встановленим на сьогодні вимогам.

Структура дисертації Малого Є. І. складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку літератури (253 джерела), 14 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 290 сторінок друкованого тексту, містить 81 рисунок і 68 таблиць.

Достовірність наукових положень та висновків дисертаційної роботи підтверджується даними апробації, упровадженнями у виробництво та навчальний процес і технологічними аспектами практичних рекомендацій.

Очікуваний економічний ефект від упровадження у виробництво складає 27,6 млн грн/рік.

Наукові положення, практичне значення та висновки дисертації логічно побудовані у контексті мети та поставлених завдань, теоретично обґрунтовані й патентно захищені.

Поставлені завдання досягнуто та доведено до логічного завершення, що дозволило автору одержати п'ять наукових результатів, що захищаються й характеризують **новизну** наукових положень. Автором задекларовано й трактуються наукові положення у такий спосіб.

1) доведено можливість використання надвисокочастотного опромінення та легких продуктів кам'яновугільної смоли (КВС) малометаморфізованого вугілля для модифікування вугільної шихти;

2) обґрунтовано застосування фенолів і фенольної фракції КВС для поліпшення реологічних характеристик та змочувальних властивостей вуглецевої суміші наповнювача зі зв'язуючим, що дозволяють досягти підвищеної густини та механічної міцності вуглецевого тіла коксу. Також розвинуто уявлення про фазові перетворення органічної маси вугілля під час спільного піролізу з різними модифікаторами, що полягають у зміні термохімічних властивостей слабкоспівкливого вугілля та поліпшені його пластичних і дилатометричних характеристик;

3) уточнено теоретичні уявлення щодо механізму коксування модифікованої шихти. Визначена роль легких продуктів КВС малометаморфізованого вугілля в процесі асоціації надмолекулярних структур під час утворення вуглецевого тіла коксу. Хімічною суттю процесу є перерозподіл водню та надходження в органічну масу газового вугілля відносно низькомолекулярних рухливих радикалів, що змінює співвідношення ароматичних і аліфатичних вуглеводнів. Фізичним результатом взаємодії виявляються зміни граничної температури переходу газового вугілля в пластичний стан, а також теплофізичних параметрів і тривалості формування напівкоксу з вугільної органічної маси в процесі коксування;

4) визначено, що опромінення впливає на термопластичні властивості вугілля через часткову гідрогенізацію, що сприяє утворенню однорідної пластичної маси під час подальшого його коксування разом з шихтою;

5) уточнено теоретичні уявлення щодо впливу надвисокочастотного опромінення на спікання та спікливу здатність малометаморфізованого вугілля. Визначено роль органічної маси вугілля в процесі термічної підготовки з використанням надвисокочастотного опромінення у фазових перетвореннях, що забезпечують поліпшення пластометричних та дилатометричних властивостей метаморфізованого вугілля марки Г до властивостей середньометаморфізованого вугілля марки Ж.

Визначним аспектом дисертації, на думку опонента, є запропоновані

автором комплексні практичні заходи й рекомендації із забезпечення якості коксу.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у репрезентації технологічних принципів модифікації вугілля та вугільної шихти для одержання якісного доменного коксу. Запропоновано використовувати надвисокочастотне опромінення як спосіб вибіркової допічної обробки виключно неспікливих компонентів вугільної шихти.

На підставі проведених наукових досліджень вперше розроблені технологічні прийоми модифікації коксівного слабкоспікливого вугілля, а також способи підготовки вуглецевої сировини, що захищено патентами України № 53081, №94977, №75419, №74446.

Матеріали дисертації **використовуються** в навчальному процесі на кафедрах металургійного палива та вогнетривків Національної металургійної академії, хімічної технології палива Українського державного хіміко-технологічного університету та інших профільних кафедрах університетів України під час навчання студентів, а також у виробництві науково-технічної продукції ДП «ГПРОКОКС».

Результати теоретичних досліджень і лабораторних експериментів дозволили автору в умовах КХВ ПАТ «АМК» провести промислові випробування і отримати кокс з покращеними якісними характеристиками, а також розробити практичні рекомендації щодо складання вугільних шихт для коксової батареї №11 IISCO Steel Plant (Індія) та шихт з підвищеним вмістом малометаморфізованого вугілля України для використання в умовах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Про корисність, новизну результатів досліджень та особистий внесок здобувача свідчать 42 наукові праці у провідних фахових виданнях, з яких 13 входять до наукометричної бази Scopus, 4 патенти та 13 матеріалів науково-технічних конференцій різних рівнів. Опубліковані праці повністю відображують основний зміст дисертаційної роботи.

Оцінка обґрунтованості наукових положень в дисертації, їх достовірності і новизни. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, теоретично обґрунтовані, а їх достовірність підтверджується результатами експериментальних, промислових і теоретичних досліджень. Усі висновки базуються на масиві матеріалів, одержаних з використанням сучасних стандартизованих і науково обґрунтованих методів досліджень.

Наукові та прикладні положення дисертації пов'язані з темами науково-дослідної роботи «Будівництво УСГК для коксової батареї №11 IISCO Steel Plant (Індія) для підвищення властивостей доменного коксу» (№ державної реєстрації 0109U008332), «Дослідження технологій та сировинної буровугільної бази для отримання енерготехнологічних газів і рідкого

палива» (№ державної реєстрації 0111U004892), у яких автор був керівником.

Загальна характеристика роботи.

У **вступі** описано стан проблеми та її актуальність, сформульовано мету та задачі досліджень, а також наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** виконано ґрунтовний аналіз літературних джерел, стосовно тематики одержання, властивостей, складу та застосування модифікуючих добавок. У цьому розділі автор також детально описує стан ринку доменного коксу за останні роки, що переконує в необхідності вдосконалення технології виробництва цього продукту зокрема в Україні.

У **другому розділі** обґрунтовано вибір об'єкту та предмету досліджень, описано методики експериментів і аналізів, що використовувалися в роботі, а також окреслено завдання подальших досліджень.

Третій розділ присвячено всебічному вивченню складу, властивостей, структури КВС. Тут автор спочатку проводить ґрунтовний аналіз процесу формування КВС, а далі вивчає перетворення високомолекулярних продуктів КВС під дією високих температур з використанням сучасних методів досліджень.

У **четвертому розділі** описано результати вивчення основних закономірностей процесу модифікації вугілля та шихти, зокрема вплив технологічних чинників, а також вплив введення в систему окремих реагентів на процес їхнього формування. Важливим і цікавим, на погляд опонента, є вивчення впливу подачі фенольної фракції і компонентів КВС до процесу модифікації вугілля та вугільної шихти для подальшого коксування.

П'ятий розділ прив'язано технологічним принципам термічної підготовки вугілля та вугільних шихт до процесу коксування. Описано особливості підготовки малометаморфізованого вугілля до переробки, методи вдосконалення термopідготовки з використанням надвисокочастотного опромінення та вплив тиску і використання модифікаторів під час одержання доменного коксу. Автором репрезентовано дві технологічні схеми.

У **шостому розділі** описано результати промислових досліджень та розрахунки економічного ефекту від упровадження запропонованих технологічних рішень.

Під час вивчення дисертації й автореферату у опонента виникли наступні зауваження та запитання:

1. Перший розділ перевантажено аналітичною інформацією. Бажано було б його скоротити до 30 сторінок. Щодо іншої інформації, то варто було б обмежитись посиланнями на відповідні джерела.

2. У вступі відсутня інформація про те, що зроблено за даним напрямом іншими науковцями в Україні та світі. Бажано було б це під час

критичного огляду висвітлити.

3. У роботі вивчено характерні залежності властивостей вугілля від стадій метаморфізму, однак не наведено практичних рекомендацій для поліпшення їх показників відносно спікливості та спікливої здатності.

4. У 3 розділі автор стверджує, що модельна система «пек-термоантрацит» може відобразити процеси, що умовно присутні під час модифікації слабкоспікливого вугілля. Чому за цих умов автор пропонує використовувати високотемпературний пек марки В?

5. Вимагає додаткового пояснення твердження автора про складові КВС, що вступають в термохімічні перетворення в коксовій камері з відщепленням бокових ланцюгів за температури 320–325 °С та сприяють процесу пластифікації всієї коксованої шихти.

6. У роботі багато результатів експериментальних досліджень, але інформації про якість цих результатів відсутня. Варто було б навести метрологічні показники приладів і оцінити похибки результатів вимірювань.

7. Вимагає додаткового пояснення використання гіпотетичної моделі взаємодії бензолу, присутнього в летких речовинах малометаморфізованого вугілля марки ДГ, з одним із асфальтенів – можливим радикалом пластичної маси вугілля марки Г. Чому ця модель гіпотетична? Наведена у роботі хімічна реакція є авторською? Чи є доведення адекватності цієї «моделі»? Тут потрібні додаткові пояснення щодо цієї моделі.

8. Вимагає додаткового пояснення факт використання твердження автором, що продукти розщеплення початкової смоли в інтервалі температур 240–410 °С є модельними. А які продукти будуть утворюватись за інших температур? Які параметри технологічного процесу є оптимальними?

9. Формулювання загальних висновків (зокрема, пп. 2,3,7) сформульовані узагальнено монографічно. Тут потрібна додаткова конкретизація. Наприклад, інформація автора вимагає чіткого формулювання хімічної природи добавки, що є оптимальною для модифікації.

10. Під час розрахунку техніко-економічного ефекту вказується, що очікуваний ефект під час використання НВЧ-опромінення складає 18,3 млн грн/рік, а при використанні технології з леткими продуктами КВС – 27,6 млн грн/рік. Тут не зрозуміло різниці у цифрах. Чим обґрунтовується така різниця?

11. У тексті дисертації й автореферату зустрічаються редакційні та термінологічні помилки. Так, наприклад, автором часто помилково вживаються такі конструкції «введення добавок» замість «додавання додатків», «ряд неділіків» замість «низка недоліків», «наукові задачі» замість «наукові завдання», «за рахунок модифікації» замість «модифікацією», «при модифікації» замість «під час або у процесі модифікації», «ароматичні

з'єднання» замість «ароматичні сполуки», «шляхом збільшення» замість «через збільшення» і т.п..

Однак, виявлені невідповідності не знижують науково-практичної цінності дисертаційної роботи. Наукова новизна, практичне значення результатів та їх апробація аргументовані, кількість публікацій цілком достатня.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

На підставі вивчення дисертаційної роботи й автореферату Малога Є. І. можна стверджувати, що дана дисертація є завершеною кваліфікаційною працею, в якій автором виконано прикладне дослідження щодо поліпшення якості коксу. Мета дисертації спрямована на вирішення актуальної науково-прикладної проблеми розроблення наукових і технологічних засад розширення сировинної бази коксування та поліпшення якості коксу.

Результати роботи містять наукову новизну та мають практичне значення. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

На підставі вищевикладеного вважаю, що дана дисертаційна робота відповідає вимогам ДАК України, зокрема пп. 9, 10, 12, 13 та 14 Порядку присудження наукових ступенів (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами згідно Постанов Кабінету Міністрів України від 19.08.2015 № 656 і від 30.12.2015 № 1159), а сам автор, *Малий Євген Іванович*, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів

Завідувач кафедри екології
Інституту екологічної безпеки
Національного авіаційного університету,
науковий керівник Українського науково-дослідного
та навчального центру хімотології
та сертифікації ПММ і ТР,
доктор технічних наук, професор

С. В. Бойченко



Бойченко С. В.
свідчую
Вчений секретар
національного авіаційного університету
Т. Ємеда