

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Збиковського Євгена Івановича «Науково-теоретичні основи розробки ресурсозберігаючої технології комплексної енерго-хіміко-технологічної переробки вугілля в умовах коксохімічного виробництва»**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – «Хімічна технологія палива та паливно-мастильних матеріалів»

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

Попри існування значної кількості технологій з енерго-хіміко-технологічної переробки викопного кам'яного вугілля, коксохімічне виробництво в Україні залишається одним єдиним напрямком його промислової переробки. Стан коксохімічного виробництва в країні залежить від багатьох чинників, серед яких основними є підвищення вимог щодо якості доменного коксу, зростання попиту на високоякісне металургійне паливо з одночасним обмеженням його ціни та спадами у споживанні металу на українському і світовому ринках, залежність від функціонування металургійної галузі та, як наслідок цього, невизначеність перспектив розвитку.

В останні роки коксохімічні підприємства працюють у складних умовах, пов'язаних із нестачею добреспіктивного низькосірчастого вугілля, запаси якого у вугільній сировинній базі України є вкрай обмеженими. Наслідком цих обставин стає неможливість забезпечити потребу підприємств в певних обсягах високоякісного доменного коксу. Цю проблему навіть не вирішує часткове впровадження сучасних технологій у доменному виробництві, наприклад, використання пиловугільного палива. Негативний вплив вказаних обставин відчувають у першу чергу металургійні підприємства, що підтверджується техніко-економічними та екологічними показниками їх діяльності.

Значення дисертаційної роботи, що рецензується, особливо зростає в сучасних умовах в Україні. Так, вугілля Львовсько-Волинського басейна має обмежене застосування у промисловості України. Зокрема, вугілля ДП «Волиньвугілля» практично повністю використовується для побутових цілей. Шахта № 10 «Нововолинська» проектною потужністю 3 млн.т дотепер не введена в експлуатацію, незважаючи на суттєве інвестування.

В дисертаційній роботі Збиковського Є.І. запропоновано для реалізації в умовах діючого коксохімічного виробництва новий підхід до вирішення проблеми, а саме – комплексну ресурсо- та енергозберігаючу екологічно чисту технологію, впровадження якої можливо здійснити без докорінної

реконструкції існуючого виробництва. Це надасть можливість здійснити диверсифікацію діючого коксохімічного підприємства, розширити сировинну базу за рахунок використання відходів коксохімічного виробництва та збагачення вугілля, вирішити проблему нестачі високометаморфізованого енергетичного вугілля і антрациту, яка виникла внаслідок окупації окремих східних районів Донецької та Луганської областей, виробляти нову продукцію та підвищити якість доменного коксу до рівня світових стандартів. Важливою ознакою пропонованої дисертантом комплексної технології є її здатність працювати як у повному складі технологій, так і при реалізації окремих технологічних ланцюгів загальної комплексної схеми. Тобто практична реалізація технології не обмежується жорстким складом елементів, а є гнучкою, що обумовлює її життєздатність.

Таким чином, обрана тема дисертаційної роботи Збиковського Є.І. є актуальною і своєчасною. Вирішення важливої науково-технічної проблеми - розробки ресурсозберігаючої технології комплексної енерго-хіміко-технологічної переробки вугілля в умовах коксохімічного виробництва дозволить освоїти інноваційні технології, які підвищать 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 Донецького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України. Автор у якості керівника і відповідального виконавця приймав участь в науково-дослідних роботах: «Розробка науково-технологічних основ ресурсозберігаючого і екологічно безпечного способу створення сучасних вуглецевих композитів» (номер держ. реєстрації 0118U000294), «Дослідження впливу активних комплексних добавок на процеси деструкції та полімеризації кам'яновугільного пеку» (номер держ. реєстрації 0113U002743), «Розробка та дослідження ресурсо- і енергозберігаючих технологій переробки горючих копалин» (номер держ. реєстрації 0116U003645), «Зниження техногенного впливу на атмосферу при розробці вугільних родовищ» (номер держ. реєстрації 0110U004940), «Дослідження параметрів екологічно безпечного розташування вітроенергетичних установок на породних відвалах у гірничовидобувних районах України» (номер держ. реєстрації 0111U004015), «Дослідження еколого-економічного та ресурсозберігаючого потенціалу підприємств у аспекті удосконалення механізму регулювання їх природоохоронної діяльності» (номер держ. реєстрації 0110U00149).

Зважаючи на вищезазначене, є підстави вважати дисертаційну роботу Збиковського Є.І., в якій розглянуто науково-теоретичні основи розробки ресурсозберігаючої технології комплексної енерго-хіміко-технологічної переробки вугілля в умовах коксохімічного виробництва, 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 глибокий теоретичний аналіз і експериментальні дослідження процесів: виробництва та використання бездимного твердого палива, його газифікації, утилізації рідких відходів коксохімічного виробництва при частковому брикетуванні, а також обробки коксу розчином пентаборату калію, що дало змогу обґрунтувати висновки і пропозиції щодо пропонованої комплексної технології переробки вугілля.

Автором в експериментальній частині дисертаційної роботи використано сучасні стандартизовані методи досліджень. Для статистичного аналізу отриманих результатів та розробки математичних залежностей використовувались сучасні комп'ютерні пакети прикладних програми. Їх кваліфіковане використання дозволило дисертанту зробити особистий внесок у розробку складових комплексної технології переробки вугілля.

Достовірність результатів теоретичних досліджень була підтверджена результатами, отриманими при проведенні промислово-дослідних випробувань та при промисловому застосуванні бездимного твердого палива, позапічної обробки коксу та технології утилізації рідких відходів коксохімічного виробництва.

3. Наукова новизна, теоретична і практична значущість дисертаційної роботи

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

- розвинені уявлення щодо особливостей переробки вуглецьвміщуючої суміші у складі низькосірчастого газового вугілля і шламів – відходів вуглезбагачення у якості сировини для виробництва вуглецевого твердого бездимного палива з покращеними кінетичними і динамічними характеристиками спалювання;

- уперше отримано нові уявлення про кінетику та динаміку вигорання бездимного твердого палива. Встановлено його здатність при спалюванні у середньотемпературній зоні (до 560°C) реагувати з киснем повітря на початковому етапі конверсії ($X=6-8\%$) у кінетичній фазі із швидкістю, більш високою (максимальна питома швидкість горіння вуглецю $R_{m0}=4,2\cdot 10^{-4}$ л/с) у порівнянні з пісним вугіллям та антрацитом, з подальшим зниженням швидкості вигорання до показників, нижче за викопні палива, з невеликим загальним ступенем конверсії (30-35%). Доведено, що у високотемпературній зоні (більше за 800°C) бездимне тверде паливо здатне переводити режим горіння до зовнішньодифузійної фази;

– за результатами теоретичних та експериментальних досліджень встановлена можливість повної утилізації рідких відходів коксохімічного виробництва методом їх використання у технології часткового брикетування вугільної шихти перед коксуванням як комплексного зв'язуючого матеріалу (67% фусів, 30% кислій смолки, 3% полімерів) у кількості 10-15%. Обґрунтована здатність багатокомпонентної вуглецевмісної зв'язуючої речовини вступати в адгезійні процеси з твердою фазою вугільної шихти, яка забезпечує міцність брикетів на стадії структурування;

отримало подальший розвиток уявлення щодо взаємодії боратів лужних металів з поверхнею доменного коксу у процесі позапічної обробки при використанні водного розчину пентаборату калію (вміст в коксі сухого пентаборату – до 0,68 мас. %, неіоногенної поверхнево-активної речовини – до 0,0070 мас. %). Показана можливість створення захисного шару на поверхні коксу для запобігання реакціям вуглецю коксу з киснем і вуглекислим газом у доменній печі для покращення показників якості коксу. Дисертантом розроблено метод позапічної обробки доменного коксу розчином пентаборату калію, який забезпечує покриття захисним шаром поверхні шматків коксу. Встановлено, що при використанні 10% водного розчину з добавкою поверхневоактивної речовини показник CSR підвищується на 10-12%, а CRI знижується на 6-8%.

– отримали подальший розвиток та експериментально підтверджені теоретичні уявлення щодо зв'язку між реакційною здатністю доменного коксу та його післереакційною міцністю і процесами адсорбції неорганічних речовин у внутрішні шари пористої вуглецевої структури коксу;

– отримала подальший розвиток концепція ресурсозберігаючої технології енерго-хіміко-технологічної переробки вугілля на засадах екологічного підходу.

Реалізація розробленої автором дисертації комплексної технології дозволить не тільки забезпечити потребу регіону у побутовому бездимному паливі, а також організувати на базі вугілля Львовсько-Волинського басейну виробництво широкого асортименту хімічних продуктів, необхідних для економіки. При цьому буде створена значна кількість робочих місць, що є не менш важливою обставиною.

Дисертантом розроблено спосіб отримання відновного газу з твердих продуктів високотемпературного піролізу вугільної шихти – розпеченого бездимного твердого палива методом низькотемпературної газифікації. Пропонований спосіб дозволяє підвищити ККД газифікації до 92%, газифікувати будь-які види бездимного вуглецевого твердого палива незалежно від класу крупності, суттєво знизити витрати кисню на його газифікацію, отримати економію бездимного твердого палива до 12% та ліквідувати викиди в атмосферу при його гасінні.

Автором встановлено та експериментально підтверджено параметри процесу часткового брикетування вугілля або вугільної шихти перед коксуванням. Доведено, що вологість вуглецевої суміші, що брикетується, має бути менше 8%, кількість зв'язуючої речовини – 10-15%, температура змішування суміші вугілля та зв'язуючої речовини – 50-80⁰С, тиск пресування – 50-70 МПа, час структурування брикетів при 140-160⁰С – одна година або час витримки при 15-25⁰С – 3-5 діб.

Технології виробництва вуглецевого твердого бездимного палива, утилізації рідких відходів коксохімічного виробництва при частковому брикетуванні вугільної шихти перед коксуванням та позапічної обробки коксу боратами впроваджені у виробничому процесі діючих коксохімічних підприємств: ПрАТ «Макіївкокс», ПАТ «Ясинівський КХЗ», а також прийняті до використання в умовах підприємств міжнародної вертикально інтегрованої гірничометалургійної групи компаній Метінвест.

Дисертант має великий обсяг запатентованих технічних рішень. Новизна та практична значущість складових розробленої комплексної ресурсозберігаючої технології переробки вугілля в умовах коксохімічного виробництва підтверджена дипломом на відкриття та патентами, у тому числі міжнародними. Результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі на спеціалізованих кафедрах Національного технічного університету «Харківський Політехнічний Інститут», Національного університету «Львівська політехніка», Національної металургійної академії України, Українського державного хіміко-технологічного університету, Національного авіаційного університету, Донецького національного технічного університету (м. Покровськ).

4. Дискусійні положення та зауваження до роботи

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

1. Значний наголос в дисертації зроблено на забезпечення екологічної чистоти на всіх стадіях пропонованої комплексної технології. Однак в дисертаційній роботі відсутні дані, які дозволяють здійснити оцінку екологічних показників процесу в цілому. Схему, наведену на рис. 5.1 (с. 254), важко назвати екологічно чистою.

2. Отримані автором результати про суттєве збільшення показників CSR та CRI після зберігання коксу протягом 5-10 діб є дискусійними. Можливість взаємодії неорганічних речовин з графітизованими кристалічними структурами коксу за умови температури навколишнього середовища є дещо сумнівною.

3. Згідно наведених автором даних можливим є збільшення показника CSR на 45% та зменшення CRI на 37% (абсолютних) після обробки водним розчином пентаборату із дотриманням технології нанесення і необхідної концентрації розчину (табл. 3.11, с. 187). Таким чином, на сьогодні коксохімічні заводи України можуть виробляти доменний кокс з показниками CSR до 100% і CRI майже 0%. Сумнівним є те, що такий кокс буде вступати в реакцію в доменній печі.

4. Є сумнівним використання автором терміну «водний розчин» стосовно пентаборату калія, який на відміну від тетраборату не підлягає розчину у воді.

5. В роботі автором не пояснено сутність кнудсенівської та активованої дифузії (с. 191).

6. Незважаючи на те, що якість коксу має важливе значення для роботи доменних печей, твердження автора про використання коксу з високими показниками CSR та CRI призведе до зменшення його витрат до 350 кг/т чавуна є необґрунтованим (с. 276).

7. Визначення показників CSR та CRI в дослідних партіях бездимного твердого палива, які складають відповідно 9,1-18,0% та 76,6-65,0%, не є доцільним тому, цей стандарт має застосовуватися тільки для коксів, що мають показники $CSR < 30\%$ та $CRI > 60\%$ (табл. 4.1, с. 205).

8. Перспектива використання бездимного твердого палива на ТЕС взамін антрациту та пісного вугілля не є однозначною. Окрім необхідності тонкого подрібнення абразивного матеріалу необхідно також використовувати значний обсяг мазуту.

9. Автором багато уваги приділено отриманню міцних брикетів при використанні в якості зв'язуючої речовини рідких відходів коксохімічного виробництва. Автор у повному обсязі вирішив це завдання, продемонструвавши наукову та інженерну обізнаність. Однак, отримання міцних брикетів у такому випадку не є необхідним. Брикети можна отримувати в діючому вуглепідготовчому цеху та подавати безпосередньо у шихту без зберігання у проміжних бункерах. Руйнування брикетів, яке має місце при транспортуванні, не має суттєвого значення. Незалежно від цього відбувається ущільнення вугільної шихти, яка завантажується у камеру коксування.

10. Автором не пояснено, як отримані показники в табл. 2.1 (с. 104) та як забезпечується необхідний склад синтез-газу: $CO-65\%$, $H_2-33\%$, $CH_4-0,3\%$.

11. На рис. 3.1 (с. 142) наведена установка для дослідження кінетики взаємодії твердого палива з газами-реагентами під тиском, яка передбачає наявність киплячого шару. На рис. 3.2 (с. 148) наведена така ж сама

установка, але вона визначена як установка РСК-2-Д. Автором не наведено виробника цієї установки, характеристики обладнання та його точність. Автором не пояснена методика відбору наважки 0,1 г. Бажано також було б пояснити сутність киплячого шару для вугільних частинок масою 0,1 г.

12. В табл. 5.5-5.7 наведено показники витрат та екологічний ефект по реалізації трьох варіантів інвестиційного проекту будівництва комплексу глибокої переробки вугілля на діючому коксохімічному підприємстві. Для здійснення такої оцінки необхідна додаткова інформація.

5. Загальний висновок

Дисертаційна робота Збиковського Євгена Івановича «Науково-теоретичні основи розробки ресурсозберігаючої технології комплексної енерго-хіміко-технологічної переробки вугілля в умовах коксохімічного виробництва» виконана на достатньо високому науковому рівні, містить нові теоретичні узагальнення та практичні рекомендації до вирішення актуальної науково-практичної проблеми щодо розробки комплексної ресурсозберігаючої технології переробки вугілля.

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 05.17.07 – 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. Результати дослідження викладені автором у 48 наукових працях, серед яких: 1 індивідуальна монографія та 1 колективна монографія, 28 статей у фахових журналах, з яких 12 статей – у наукових періодичних виданнях іноземних держав та публікації у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз даних; 1 – наукове відкриття; 7 – патенти України; 1 – патент іноземних країн; 9 – матеріали 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: «Науково-теоретичні основи розробки ресурсозберігаючої технології комплексної енерго-хіміко-технологічної переробки вугілля в умовах коксохімічного виробництва» 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 – Збиковський Євген Іванович – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Офіційний опонент -
Завідуючий науково-технічним
відділом ДЕРЖАВНОГО
ПІДПРИЄМСТВА «УКРАЇНСЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЙ ВУГЛЕХІМІЧНИЙ
ІНСТИТУТ (УХІН)», м. Харків
доктор технічних наук, професор,

Підпис д.т.н. Васильєва Ю.С. засвідчую:



Ю.С. Васильєв

Учений секретар

ДП «УХІН»

д.т.н., с.н.с. Чешко Ф.Ф.