

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **ШВЕД МАРІЇ ЄВГЕНІВНИ** «**ОДЕРЖАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТІВ ОКСИДАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ КАМ'ЯНОГО ТА БУРОГО ВУГІЛЛЯ**», представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів

1. Структура роботи.

Дисертаційна робота загальним обсягом 215 сторінок надрукована за допомогою комп'ютера, містить 67 таблиць, 51 рисунок, список використаних літературних джерел зі 186 найменувань і 6 додатків. Структура роботи охоплює вступ, 5 основних розділів і висновки. Дисертація і автореферат написані в цілому грамотною державною мовою. Зміст автореферату відповідає основним положенням і висновкам дисертації. Робота та автореферат оформлені відповідно до діючих вимог МОН України.

2. Актуальність роботи.

Метою своєї дисертаційної роботи здобувачка обрала розроблення наукових засад та способів практичної реалізації технологічних процесів зниження вмісту сірки у низькометаморфізованому кам'яному та бурому вугіллі з метою виробництва на основі згаданих матеріалів сировини для металургійного пиловугільного палива, а також компонентів рідких котельних палив і пластифікаторів для дорожнього будівництва.

У поточний час промисловість України змушена функціонувати в умовах дефіциту власних енергоносіїв, у тому числі – енергетичного та коксівного вугілля. Наприклад, за даними найпотужнішого вітчизняного споживача й виробника доменного коксу, поставка українського вугілля на коксохімічні підприємства в 2016 р. коливалась в діапазоні лише 30-47 % від загальної потреби. Більше половини складало вартісне імпортоване вугілля. У поточний час ситуація не поліпшилась.

Останнім часом на вітчизняних металургійних підприємствах широко впроваджується заміна природного газу, що вдувається у доменні печі у кількості близько 100 м³/т чавуну, на пиловугільне паливо (ПВП). Метою заміни є розбудова енергонезалежності України, скорочення витрат на енергоресурси та ін. Так, при витраті пиловугільного палива в кількості ≥ 150 кг/т чавуну можливо забезпечити високі показники виробництва без використання природного газу. Окрім інших позитивних наслідків, подібна технологія при одночасному використанні доменного коксу поліпшеної якості з низьким вмістом сірки дозволяє знизити витрату останнього з рівня 500-550 до 350-450 кг/т чавуну.

Наслідком впровадження згаданої технології є не тільки підвищення вимог до якості коксу, але й зростання потреби у сировині для ПВП. Використання у такій якості марок вугілля, придатних до виробництва власне доменного коксу, утруднене внаслідок як їх дефіцитності, так і ряду специфічних вимог до пиловугільного енергоносія.

Ситуація з енергетичним вугіллям в значній мірі відповідає становищу з забезпеченням вугільною сировиною вітчизняної чорної металургії. Тут також має місце дефіцит власних ресурсів і необхідність закупівель за імпортом.

В Україні наявні значні поклади низькометаморфізованого кам'яного та бурого вугілля, використання яких не тільки у коксохімічному та доменному виробництвах, а й в енергетичних цілях ускладнюється або взагалі унеможлиблюється, в тому числі і внаслідок значної сірчистості. Такий важливий показник, як вміст загальної сірки, для різних марок та пластів може сягати чи навіть набагато перевищувати 3 %. Слід зазначити, що висока сірчистість є характерною особливістю більшості покладів українського вугілля. Спалення такого вугілля супроводжується утворенням значних викидів оксидів сірки, що спричиняють корозію обладнання, погіршують якість чавуну й економіко-технологічні показники його виробництва (в разі використання сірчистого вугілля в якості ПВП) та негативно впливають на екологічну ситуацію.

Якщо додати до всього вищезгаданого дефіцитність та вартісність нафтопродуктів, необхідність заміни продуктів на їх основі вітчизняними енергоносіями та матеріалами, а також нагальну потребу у реконструкції вітчизняної шляхової мережі, то необхідно визнати: обрана дисертанткою тема є актуальною, оскільки спрямована на вирішення важливих практичних завдань, що стоять перед вітчизняною економікою.

Дисертаційна робота Швед М.Є. справляє враження закінченого наукового дослідження, що виконувалось відповідно до наукового напрямку кафедри хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка», а саме: «Розроблення основ процесів переробки горючих копалин, одержання та застосування моторних палив, мастильних матеріалів, мономерів, полімерів, смол, в'язучих і поверхнево-активних речовин з вуглеводневої сировини», а також фінансованих з державного бюджету НДР: «Розроблення технології одержання сировини для виробництва пиловугільного палива з низькометаморфізованого вугілля» (№ ДР 0113U003197); «Дорожні бітуми та бітумні емульсії, модифіковані полімерами і смолами, одержаними з побічних продуктів переробки вугілля» (№ ДР 0117U004451).

3. Ступінь обґрунтованості і достовірності результатів дисертації.

Сформульовані в роботі висновки, наукові положення і практичні рекомендації базуються на вивченні і аналізі науково-технічної літератури за темою дисертації, на результатах теоретичних проробок і експериментальних досліджень, виконаних дисертанткою з застосуванням стандартизованих методів дослідження вугілля (визначення вологості, зольності, виходу летких речовин, вмісту різних форм сірки та ін.), а також визначення показників якості котельних палив та дорожніх покриттів (кінематичної та умовної в'язкості, густини, зольності, вмісту сірки, коксівності, масової частки води, температури спалаху у відкритому тиглі, температури застигання та ін.). Для вивчення складу газів знесірчення застосовувалась проявна адсорбційна хроматографія.

Для виконання роботи дисертантка застосовувала спеціальні дослідні лабораторні установки. У дисертації наведено їх ґрунтовні описи, які також підтверджують достовірність отриманих результатів. Крім того, достовірність отриманих результатів доводить збіжність розрахункових та експериментальних результатів.

Основні положення дисертації опубліковані у 6 статтях, з них 5 статей – у наукових фахових виданнях України (в т.ч. 2 – у виданнях, що входять до наукометричних баз даних), одна стаття – у науковому періодичному виданні іншої держави, що входить до наукометричних баз даних, у патенті України на корисну модель та у 9 матеріалах і тезах доповідей наукових конференцій.

4. Наукова новизна і значимість роботи:

- встановлено вплив розміру вугільного зерна та лінійної швидкості плинину потоку оксиданту на параметри оксидаційного видалення сірки з різних фракцій крупності низькометаморфізованого сірчистого кам'яного вугілля;

- доведено, що за умов, коли швидкість реакцій перетворення сірки лімітується зовнішньою дифузією оксиданту (коефіцієнт масопередачі 1,63-2,13 10^{-3} м/с), з фракції 0,10-0,25 мм низькометаморфізованого сірчистого кам'яного вугілля може бути отримане ПВП, яке відповідає вимогам діючої редакції ТУ У 10.1-30962337-006:2009 р.;

- встановлено межі значень технологічних параметрів процесу оксидаційного очищення сірчистого низькометаморфізованого кам'яного вугілля, за яких забезпечується мінімальне перетворення органічної частини вугілля та максимальне перетворення піритної сірки в її діоксид;

- розширено уявлення про процес оксидаційного зниження вмісту сірки у бурому вугіллі та встановлено, що для одержання максимального виходу смоли розкладу органічної маси вугілля із заданими показниками якості вміст водяної пари в оксиданті має становити 70 % за масою; кратність витрати оксиданту – на рівні 2,4 м³/(год·кг); температура процесу – 425 °С; тривалість процесу – 15 хв.

5. Практична значимість роботи.

Авторкою розроблено експериментально-статистичну математичну модель і визначено оптимальні умови оксидаційного процесу зменшення вмісту сірки у малометаморфізованому кам'яному вугіллі, які дозволять одержати продукт, що в цілому відповідає вимогам до сировини для виробництва пиловугільного палива.

Визначено оптимальні умови проведення процесу зменшення вмісту сірки у бурому вугіллі з метою одержання максимальної кількості смоли розкладу органічної маси вугілля. Доведено, що отриману смолу можна використовувати:

- як паливний мазут марки «100» або компонент судового в'язкого палива;

- як пластифікатор бітумів, модифікованих полімерами, що покращують пластичні властивості модифікованих бітумів, не погіршуючи при цьому його адгезію та температуру розм'якшення.

6. Рекомендації щодо впровадження результатів роботи:

Отримані авторкою результати і розроблені нею технологічні параметри процесу окисаційного зниження вмісту сірки у вугіллі відкривають можливість впровадження такої технології на підприємствах, що мають досвід роботи і відповідне обладнання в області збагачення вугілля та переробки смол, бітумів і виробництва котельного палива. В якості прикладу можна навести ПАТ «Авдіївський коксохімічний завод». Це підприємство має в своєму складі два потужні вуглепідготовчі цехи, до складу одного з яких (ВПЦ №1) входить вуглезбагачувальна фабрика проектною річною потужністю 6,4 млн. тонн. Крім того підприємство має цехи з переробки кам'яновугільної смоли і з сіркоочищення коксового газу, а також значний досвід у виробництві котельних палив та компонентів дорожніх покриттів. Впровадження результатів дисертації Швед М.Є. дозволило б розширити асортимент та поліпшити якість продукції ПАТ «АКХЗ» з максимальним залученням наявного обладнання.

7. Запитання й зауваження, які виникли при розгляді дисертації й автореферату:

1. Стор. 21 дисертації (стор. 1 автореферату), формулювання актуальності роботи. Матеріал викладено не досить вдало. Складається враження, що чи не головною метою роботи є знесірчення вугілля для виробництва коксу. До того ж не дуже вдалим видається і сам термін «знесірчення» – адже розроблені в рамках дисертаційної роботи технологічні прийоми не дають змогу повністю видалити сірку з оброблюваного вугілля, а лише зменшують (хоч і досить помітно) її вміст.

2. Авторка у своїй роботі керується нормами вмісту сірки у вугіллі для ПВП, що передбачені ТУ У 10.1-30962337-006:2009 “Угли каменные для пылеугольного вдувания в доменную печь” (назва дана російською мовою) зі зміною від 2012 р. Однак з тих пір пошуки оптимальних властивостей ПВП не припинялись. Є багато досить цікавих публікацій на дану тему. Чи не має авторка відомостей про більш пізні вимоги споживачів щодо нормування вмісту сірки у ПВП?

3. Стор. 38. «Тому вугілля з вмістом сірки понад 1,5 – 2,0 % мас., у доменному виробництві практично не використовується». Що мається на увазі – коксівне вугілля (тоді так і треба було написати) чи ПВП? Якщо останнє, то вугілля такої сірчистості для вдування в домни не використовується не «практично», а взагалі.

4. Стор. 40. «Превентивне вилучення сірки з вугілля» важко віднести до «методів усунення наслідків, які виникають при використанні сірчистого і високосірчистого вугілля». Між іншим, одним з наслідків використання сірчистого вугілля у коксуванні є необхідність очищення від сірки коксового газу, що викликає потребу у функціонуванні в складі коксохімічних виробництв складних цехів сіркоочищення переважно за вакуум-карбонатною, миш'яково-содовою, етаноламіною або комбінованою технологією. Можливо, треба було б згадати це, не обмежуючись лише описанням очищення газових викидів від спалюванням вугілля на ТЕС.

5. Стор. 48. «...використовувати ... при одержанні спеціальних видів коксу у доменному виробництві, зокрема, для одержання сировини для виробництва пиловугільного палива (ПВП).». Щось незрозуміле. Кокс у доменному виробництві не одержують, а застосовують. Що ж до ПВП, то воно не має до коксу аж ніякого відношення.

6. На мою думку, у першому розділі треба було б за рахунок зменшення обсягу, присвяченого порівнянню світових запасів різних енергоносіїв та властивостям вугілля німецьких, французьких, чеських та ін. басейнів, приділити більшу увагу вимогам до якісних показників (зокрема – до вмісту сірки) ПВП, і надати таку ж інформацію щодо компонентів вугільних енергетичних палив, а також котельних палив та дорожніх покриттів. Щодо останніх матеріалів інформація у першому розділі взагалі відсутня, а між тим вона є дуже важливою.

7. Стор. 53. «Враховуючи високий вміст ароматичних структур у вугіллі (див. розділ 1.3) та, відповідно, прогножуючи їх вміст у смолі розкладу, можна припустити, що даний продукт окисаційного знесірчення знайде застосування, як модифікатор/пластифікатор для одержання бітумів, модифікованих полімерами (БМП).». Саме високий вміст ароматичних структур – в тому числі поліконденсованих – внаслідок їх канцерогенності спричинює суворі обмеження на застосування в'яжучих та інших матеріалів вугільного походження у дорожньому будівництві. Чи брала дисертантка до уваги цю відмінність матеріалів на основі вугілля від нафтопродуктів?

8. Стор. 56. Чому саме ці зразки вугілля було обрано в якості вихідної сировини для подальших досліджень? Адже досі у вступі (в т.ч. у формулюванні наукової новизни та ін.) і у авторефераті весь час повторювалося, що досліджується знесірчення низькометаморфізованого високосірчистого кам'яного вугілля. А вихідним зразком слугувало кам'яне вугілля марки ДГ із вмістом сірки в межах 2,81-3,16 %, яке за класифікацією, наведеною самою ж авторкою (табл. 1.3, стор. 36), відноситься не до високосірчистої (вміст сірки понад 4,0 % за масою), а до сірчистої групи (вміст сірки 2,5-4,0 % за масою).

9. Якщо у табл. 2.5 вказано методику, за якою визначалася температура розм'якшення бітуму, то чому у табл. 2.6 не надано відповідну інформацію щодо визначення температури розм'якшення інден-кумаронової смоли?

10. Загалом до розділу 3. Той факт, що оброблене з метою зниження вмісту сірки вугілля за своїми показниками наближається до вимог ТУ У до ПВП, не є достатнім. Технічні умови розроблені для рядового, так би мовити «звичайного» вугілля. В той же час досліджуване вугілля піддавалось обробці при досить високій температурі в окиснювальних умовах. Це могло негативно відбитись на таких важливих для палива (хоч доменного, хоч енергетичного) технологічних властивостях, як питома теплота згоряння, насипна щільність та ін. Чи вивчалась дисертанткою така можливість?

11. Стор. 139. «Перед досліджуванням характеристики смоли розкладу її попередньо очищали від твердих частинок вугілля (див. розділ 2.4)», тобто фільтрацією крізь фільтр «червона стрічка». Яка крупність твердої фази, що

видаляється, і як авторка рекомендує проводити очищення від неї в промислових умовах?

12. Загальне до розділу 4. На мою думку, авторка знову надто довіряється відповідності вимогам нормативних документів. Для оцінки технологічної придатності смоли розкладу бурого вугілля потрібні дані щодо термостабільності при різних температурах зберігання, здатності до утворення осадів, вмісту водорозчинних речовин. Ще раз зазначаю: нормативні вимоги, сформульовані щодо нафтопродуктів, можуть не відображати взаємозалежності різних властивостей матеріалів іншого походження.

13. Стор. 172, рис. 5.1. Зовсім не приділено уваги переробці (очищенню) газів знесірчення й утилізації вторинних продуктів (відходів) процесу в цілому. Абстрактних абсорберу і циклону, зазначених на схемі, для цього гарантовано не вистачить. Крім того, процес знесірчення супроводжуватиметься утворенням значної кількості вугільного пилу (особливо в разі переробки бурого вугілля), туманоподібної смоли, яка дуже утруднюватиме очищення парогазових викидів від твердої фази та конденсату водяних та інших випарів. Значна кількість парогазових викидів і їх компоненти (окрім інших можливо очікувати присутність фенолів та нафталіну) потребуватимуть досить складних багатостадійних схем очищення. Це значно погіршить економічні показники процесу.

Висновок

Оцінюючи дисертацію в цілому, вважаю, що її авторкою виконані достовірні, актуальні і переконливі дослідження, спрямовані на розроблення наукових засад та способів практичної реалізації технологічних процесів зниження вмісту сірки у низькометаморфізованому кам'яному та бурому вугіллі з метою виробництва на основі згаданих матеріалів сировини для металургійного пиловугільного палива та енергетичного твердого палива, а також компонентів рідких котельних палив і пластифікаторів для дорожнього будівництва.

Наведені зауваження та запитання не ставлять під сумнів отримані здобувачкою результати і науково обґрунтовані висновки дисертації, котрі дозволили вирішити актуальне науково-практичне завдання – вдосконалити процес оксидатійного зниження вмісту сірки у різних видах вугілля з метою поліпшення технологічної придатності та екологічних аспектів його використання.

За темою і змістом дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Матеріал викладено в логічній послідовності, стиль викладання забезпечує сприйманість матеріалу, окремі розділи мають між собою відповідні логічні зв'язки. Автореферат відповідає основним положенням і висновкам дисертації.

На підставі викладеного, беручи до уваги актуальність теми дисертаційної роботи, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків і

рекомендацій, сформульованих у дисертації, вважаю, що робота Швед Марії Євгенівни «ОДЕРЖАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТІВ ОКСИДАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ КАМ'ЯНОГО ТА БУРОГО ВУГІЛЛЯ» відповідає вимогам до кандидатських дисертацій, зокрема, п.п. 9, 11, 12, 13, 14 та ін. діючої редакції «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. із змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 656 від 19.08.2015, № 1159 від 30.12.2015, № 567 від 27.07.2016. Дисертантка Швед Марія Євгенівна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Офіційний опонент
вчений секретар Державного підприємства
“Український державний науково-дослідний
вуглехімічний інститут (УХІН)”,
доктор технічних наук, с.н.с.

Ф.Ф. Чешко

Підпис Чешка Ф.Ф. засвідчую:



Завідувачка відділу кадрів
ДП “УХІН” Степанова Ж.П.