Рецензія

рецензента Фика Михайла Ілліча д.т.н., професора

на дисертаційну роботу Маліка Івана Костянтиновича «Розробка технології отримання BIO-CHAR», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – хімічні технології та інженерія

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами.

Україна є одним із світових лідерів з виробництва деревного вугілля, причому 93 % українського деревного вугілля експортується переважно до країн-члені Європейського Союзу, таких як Польща, Німеччина, Румунія та Бельгія.

Враховуючи зазначене вище, є доцільним виконання досліджень щодо розробки технології отримання деревного вугілля (bio-char) з рослинної сировини на оригінальному обладнанні, яке розроблено та виготовлено в Україні. Це дозволить підвищити валютні надходження до України та краще інтегруватися до Європейського Союзу.

Дисертація виконана в рамках науково–дослідної роботи «Визначення факторів, що впливають на вихід та якість деревного вугілля» (ДР№ 0123U104474, замовник – ТОВ «ГРІНПАУЕР УКРАЇНА» м. Харків), в якій здобувач був співкерівником.

2. Загальна характеристика роботи.

Дисертація складається зі вступу, п'ятьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації становить 133 сторінки: 60 рисунків (з них 58 – за текстом, 2 – на окремих сторінках); 33 таблиці (з них 25 – за текстом, 8 – на окремих сторінках), 83 найменувань використаних джерел на 9 сторінках, 4 додатка на 8 сторінках.

У вступі обґрунтована актуальність задач дослідження, показано зв'язок роботи з науковою темами, сформульована мета та основні задачі, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів,

визначено особистий внесок здобувача, відзначена апробація результатів роботи.

В першому розділі здійснений аналітичний огляд вітчизняних та світових джерел інформації, щодо отримання деревного вугілля (bio-char).

У другому розділі охарактеризовано необхідний і достатній набір інструментальних, переважно, стандартизованих методів дослідження складу і властивостей рослинної сировини та деревного вугілля (bio-char).

У третьому розділі наведені дані щодо визначення теплоти згоряння рослинної сировини та деревного вугілля (bio-char).

У четвертому розділі наведені результати отримання деревного вугілля (bio-char) в промислових умовах, а також економічна ефективність отримання деревного вугілля (bio-char).

У п'ятому розділі досліджували вплив температури та тиску на вихід та якість деревного вугілля (bio-char).

3. Найважливіші наукові результати дисертації та її новизна.

1. Виконано регресійний аналіз взаємозв'язку показників технічного і елементного аналізів, а також вищої теплоти згорання 362 проб рослинної сировини для виробництва біогазу, деревного вугілля і торрефіційованної біомаси. Встановлено, що найбільш тісно в органічній масі рослинної сировини пов'язані показники вмісту вуглецю і кисню. Показано, що залежність вмісту вуглецю від вмісту кисню носить лінійний характер (R^2=0,898), а залежність атомної відносини вуглецю до кисню (C/O) від вмісту вуглецю і кисню – квадратичний (R^2=0,946 і R^2=0,965). Розроблено математичні та графічні залежності, що дозволяють з високою точністю (R^2>0,849) прогнозувати величину вищої теплоти згоряння рослинної сировини за даними його елементного аналізу, а саме: за вмістом вуглецю, кисню і атомного відношення вуглецю до кисню.

2. Проведено регресійний аналіз взаємозв'язку між показниками технічного та елементного складів а також теплоти згоряння 73 зразків деревного вугілля. Виявлено, що показники вмісту вуглецю та кисню

найбільш тісно пов'язані в органічній масі деревного вугілля (R^2=0,987). Залежність атомних співвідношень (C/H і C/O) від вмісту вуглецю та кисню має ступеневий характер, а також залежність теплоти згоряння від цих співвідношень. Прогноз теплоти згоряння з найвищою точністю можна здійснити за даними визначення виходу летких речовин (R^2=0,8002) або нелеткого вуглецю (R^2= 0,8002) у деревному вугіллі.

3. Встановлено, що вплив температури на вихід деревного вугілля носить нелінійний характер, а вплив тиску на вихід деревного вугілля – експоненціальний характер. Підвищення температури в діапазоні від 400 до 600 оС на кожні 1 оС призводить до зниження виходу деревного вугілля на 0,06 %. Подальше підвищення температури до 700 оС практично не впливає на вихід деревного вугілля. Підвищення тиску на 0,1 МПа в інтервалі від 0,1 до 2,0 МПа призводить до збільшення виходу деревного вугілля на 0,13 % на кожен 0,1 МПа.

4. Показано, що вплив температури на вихід летких речовин та зв'язаний вуглець деревного вугілля носить нелінійний характер, а вплив температури на зольність та найвищу теплоту згоряння деревного вугілля - лінійний характер. Підвищення температури в діапазоні від 400 до 700 оС на кожні 1 оС призводить до підвищення зольності деревного вугілля на 0,0064 %, зниження виходу летких речовин на 0,123 %, підвищенні зв'язаного вуглецю на 0,122 % та підвищенні вищої теплоти згоряння на 0,0122 МДж/кг. Вплив тиску на зольність, вихід летких речовин, зв'язаний вуглець та найвищу теплоту згоряння деревного вугілля носить нелінійний характер. Підвищення тиску від 0 до 2 МПа призводить до зміни якості деревного вугілля за такими показниками: зольність від 3,1 до 3,4 %; вихід летких речовин від 17,4 до 11,6 %; зв'язаний вуглець від 81,1 до 88,2 %; вища теплота згоряння від 31,8 до 34,3 МДж/кг.

4. Практичне значення результатів полягає у наступному:

1. Розроблено, запатентовано та впроваджене у виробництво Установку безперервної дії для термічної переробки рослинної сировини та виробництва

деревного вугілля (bio-char). Конструкція Установки дозволяє підвищити продуктивність та знизити енергоспоживання за рахунок утворення теплоносія в процесі спалювання газоподібних продуктів, утворених в результаті термічної обробки сировини у каналах для сировини, та передачі тепла від каналу для теплоносія через стінку сусідньому каналу з сировиною (при цьому сировина та теплоносій рухаються протитечійно), що також робить установку автономною – одержуваного тепла вистачає на нагрівання нової порції сировини, процес протікає безперервно та дозволяє раціонально використовувати теплову енергію.

2. Адекватність розроблених математичних залежностей перевірено фактичними дослідженнями за участі виробленого деревного вугілля (bio-char) на Установці безперервної термічної переробки рослинної сировини. Результати досліджень свідчать про адекватність розроблених залежностей, та дозволяють зробити висновок про можливість з високою точністю прогнозувати величину вищої теплоти згоряння рослинної сировини за вмістом вуглецю, кисню, або їх атомного співвідношення, а деревного вугілля – за даними визначення виходу летких речовин або нелеткого вуглецю.

3. Основні теоретичні положення та результати експериментальних досліджень, викладені в дисертації, використовуються у виробничій діяльності в Державному підприємстві «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)» та ТОВ «ГРІНПАУЕР» (м. Харків) та в навчальному процесі на кафедрі технологій переробки нафти, газу та твердого палива Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

5. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень і висновків дисертації

Для проведення досліджень автор використав сучасні методики та інструментарій. Опрацювання отриманих експериментальних даних здійснено за використання сучасних програмних засобів. Результати

досліджень узгоджуються з відомими з літературі, зокрема з наведеними у першому розділі дисертації положеннями інших авторів. Основні результати дисертації викладені у рецензованих стаття, які опубліковані у фахових журналах. Усе вищевказане забезпечує обґрунтованість і достовірність одержаних результатів та сформульованих на їх основі висновків дисертації. Апробація роботи проходила на багатьох авторитетних наукових конференціях. Публікації автора у виданнях, які входять до наукометричної бази Scopus, відображають суть виконаних досліджень і поданих в дисертації результатів. Анотація дисертації відповідає її змісту і адекватно передає основні результати дисертанта. Довідка про результати перевірки на академічний плагіат рукопису дисертації Маліка І.К. однозначно свідчить про відсутність порушення академічної доброчесності.

6. Зауваження щодо дисертації.

1. Необхідно більш ретельно пояснити термін BIO-CHAR.

2. Автор у розділі 2 стверджує, що установка безперервної дії для термічної переробки рослинної сировини запатентована в Україні, Індонезії, Туреччині та Філіппінах. Необхідно було б надати світлини або номера патентів.

3. Крім значень коефіцієнтів кореляції та детермінації розроблених рівнянь було б доречним навести значення стандартної похибки.

4. В дисертаційній роботі графічні залежності потрібно було б зробити у чорно-білому форматі. Це б підвищило якість оформлення дисертаційної роботи.

5. Окупність та рентабельність виробництва BIO-CHAR дуже високі і потребують перевірки.

6. Необхідно було б розробити рівняння, які б описували вихід та показники якості BIO-CHAR в залежності від температури та тиску одночасно.

Зазначені зауваження не мають вирішального впливу на загальну позитивну оцінку дисертації. Вважаю, що дисертація Маліка Івана

Костянтиновича за актуальністю, новизною і практичною значимістю результатів, повнотою їх висвітлення у фахових наукових видання повністю відповідає вимогам п. 6,7,8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, вимогам МОН України до робіт, які подаються на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії зі спеціальності 161 – хімічні технології та інженерія.

Рецензент, професор кафедри
Технологій переробки нафти,
газу та твердого палива
Національного технічного
Університету «Харківський
політехнічний інститут»,
д.т.н., доц. Михайло ФИК

Підпис д.т.н. Михайло Фик
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
"05" 01. 2024 р.
20 р.
ЗАЙЦЕВ Ю. І.