

Рецензія

рецензента к.т.н., доцента Гульської Альони Геннадіївни
на дисертаційну роботу Лисенко Людмили Анатоліївни
«Наукові основи використання гумінових кислот з бурого вугілля України»
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
161 – Хімічні технології та інженерія

1. Актуальність теми

Актуальність роботи зумовлена необхідністю раціонального використання вітчизняних покладів бурого вугілля та створення високоефективних екологічно безпечних продуктів на основі гумінових речовин. Розширення сфер застосування гумінових кислот (зокрема у виробництві біодеградабельних полімерів та сорбентів) є важливим кроком для розвитку хімічної промисловості та вирішення екологічних проблем України.

Попри широке розповсюдження в Україні, буре вугілля здебільшого використовується як низькозатратне паливо, що не забезпечує повного розкриття його потенціалу та призводить до низької ефективності використання ресурсів і екологічних проблем. Водночас, хімічний склад цього вугілля робить його ідеальним для хімічної переробки з отриманням функціональних речовин та матеріалів, які відповідають принципам зеленої хімії і циркулярної економіки. Гумінові кислоти з бурого вугілля мають унікальні властивості біоактивності, екологічної безпеки і здатності поліпшувати фізико-хімічні параметри полімерних та бітумних систем.

З огляду на все більш гостру необхідність переходу до сталих технологій переробки низькосортної сировини, розроблення науково обґрунтованих технологічних підходів до вилучення, аналізу та застосування гумінових кислот із бурого вугілля відповідає пріоритетним завданням хімічної інженерії, біоінженерії, а також державної політики у сфері енергетичної та екологічної безпеки.

Отже, дослідження сприяє не лише розкриттю нових знань про структуру, властивості та можливості застосування гумінових кислот, а й реалізації практичних рішень для економічно вигідного та екологічно безпечного використання ресурсів бурого вугілля в Україні і світі.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами та темами.

Дисертація виконана в рамках наступних науково-дослідних робіт: «Розробка технології фіторекультивациі ґрунтів, забруднених внаслідок військових дій, з використанням інноваційного сорбенту з бурого вугілля України» (ДР № 0125U003175, замовник – Міністерство освіти і науки України), здобувач – відповідальний виконавець роботи; «Розробка

«зелених» технологій використання низькометаморфізованих горючих копалин України» (ДР № 0124U000516, замовник – Міністерство освіти і науки України), де здобувач була виконавцем.

3. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що здобувачем було встановлено залежність виходу, елементного складу та структурних характеристик гумінових кислот і толуольного екстракту від варіацій послідовності їх вилучення з бурого вугілля України. Вилучення гумінових кислот до екстракції толуолом дозволяє отримати фракції з вищою ароматичністю (до 60,3%), ступенем асоціації (2,0) та зниженим вмістом водню, що свідчить про наявність стабільних, агрегованих макромолекулярних структур. При екстрагуванні толуолу перед лужною обробкою спостерігалось зменшення вмісту ароматичних фрагментів до 54,1%, зростання водневого індексу до 1,57 та зниження асоціативності молекул до 1,2. Ці результати доповнюють уявлення про структуру вуглецевмісних фракцій бурого вугілля і дозволяють на молекулярному рівні регулювати параметри кінцевих продуктів залежно від потреб;

Вперше встановлено залежність між ступенем метаморфізму вугілля та властивостями гумінових кислот, які використовуються для модифікації полімерних гідрогелів на основі полівінілового спирту та гідроксипропілметилцелюлози. Доведено, що вміст кисню та вуглецю у вихідному вугіллі суттєво впливає на структуру та дисперсність гумінових кислот, що, у свою чергу, визначає їх ефективність у процесах структуроутворення полімерних систем;

Вперше встановлено, що модифікація гідрогелів (желатинальгінатних та ГПМЦ-альгінатних) гуміновими кислотами підвищує ступінь набухання з 19,82% до 36,23% та покращує волого-ліпідний баланс шкіри (вологість зростає з 58–60% до 64–66%, ліпідний вміст ~ з 52–54% до 58–60%). Доведено, що гідрогелі з 5% ГК мають оптимальну температуру гельсоль переходу (~37°C) та здатність до швидкого гемостазу (час згортання крові ~ 95 с);

Встановлено, що модифікація дорожнього бітуму BND 70/100 гуміновими кислотами при температурі 120–180°C призводить до покращення його термостійкості та пружних властивостей, зменшення пластичності та збільшення твердості. Найбільш оптимальною температурою модифікації визначено 120°C, оскільки саме за цих умов досягається найкраще поєднання фізико-механічних характеристик (найвищі значення P25, D25 та E25) та стійкості до старіння (зменшення ΔSP та збільшення залишкової пенетрації після RTFOT).

4. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

– оптимізовано процес вилучення органічних компонентів бурого вугілля, що дозволило забезпечити високий вихід цільових продуктів – до 51,7% для гумінових кислот та до 14,86% для толуольного екстракту, а також

необхідну їх якість. Це дозволяє адаптувати процес до потреб конкретних галузей (медицини, дорожнього будівництва або екотехнологій) із врахуванням структурних та енергетичних характеристик вихідної сировини;

– розроблено технології отримання біоплівок та гідрогелів з модифікованими властивостями, які можуть бути використані у косметичній промисловості для створення патчів від зморшок. Оптимізовано параметри введення гумінових кислот до складу полімерних розчинів, що дозволяє контролювати їх в'язкість та провідність для подальшого застосування у виробництві біодеградабельних матеріалів;

– результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних модифікованих бітумних матеріалів з покращеними експлуатаційними властивостями, зокрема підвищеною термостійкістю та стійкістю до старіння. Запропонований режим модифікації при 120°C дозволяє знизити енерговитрати на виробництво, що є економічно вигідним для дорожньої галузі. Це сприяє створенню довговічних покриттів, зменшенню частки руйнувань та зниженню витрат на ремонтні роботи;

– основні теоретичні положення та результати експериментальних досліджень, викладені в дисертації, використовуються у виробничій діяльності в Державному підприємстві «Український державний науководослідний вуглехімічний інститут (ДП «УХІН»)» та в навчальному процесі на кафедрі технологій переробки нафти, газу та твердого палива Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.

За темою дисертації опубліковано 18 наукових праць у тому числі: 4 статті у періодичних наукових виданнях, які включені до наукометричних баз Scopus та Web of Science, 2 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України та 1 розділу монографії; 11 тез доповідей на Міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить анотацію (українською та англійською мовами), зміст, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки.

Дисертаційна робота спрямована на розвиток наукових основ використання гумінових кислот, отриманих з бурого вугілля України, для створення нових функціональних матеріалів, зокрема біодеградабельних полімерних композицій, що є важливим для хімічної технології та екології.

Об'єкт дослідження – процеси екстракції гумінових кислот з бурого вугілля та їх взаємодія з полімерними матрицями.

Предмет дослідження – буре вугілля українських родовищ, гумінові кислоти, синтетичні полімери та отримані на їх основі біодеградабельні композиційні матеріали.

Мета – на підставі виконання теоретичних та експериментальних досліджень вирішити науково-практичне завдання щодо розроблення наукових основ отримання гумінових кислот та обґрунтування технології їх використання у складі екологічно безпечних полімерних матеріалів.

У дисертаційній роботі вирішене важливе науково-практичне завдання, яке характеризується науковою новизною і має практичне значення, а саме – розроблено наукові та практичні засади модифікації полімерів гуміновими речовинами для надання їм здатності до розкладу в природних умовах під дією мікроорганізмів.

В експериментальній частині роботи використані сучасні фізико-хімічні методи дослідження: інфрачервона спектроскопія (ІЧ-фур'є), термогравіметричний аналіз (ТГА/ДТГ), диференціальна скануюча калориметрія (ДСК), а також стандартні методики визначення фізико-механічних властивостей полімерів та показників якості вугілля.

Статистичний аналіз отриманих результатів та математична обробка експериментальних даних виконувалися з використанням сучасного програмного забезпечення (Microsoft Excel, OriginPro), що забезпечує високу достовірність результатів.

У вступі обґрунтована актуальність задачі, показаний зв'язок роботи з науковими темами НТУ «ХП», сформульовані мета та завдання, наведено наукову новизну та практичне значення.

В першому розділі проведено глибокий аналіз літературних джерел щодо генезису, структури та методів переробки бурого вугілля. Обґрунтовано доцільність використання гумінових кислот як відновлюваної сировини для хімічної промисловості.

В другому розділі представлено характеристики об'єктів дослідження (вугілля Олександрійського та Дніпровського басейнів) та описано комплекс використаних методик екстракції та аналізу.

В третьому розділі наведено результати дослідження впливу умов екстракції (концентрація луґу, температура, тривалість) на вихід та якісний склад гумінових кислот. Встановлено оптимальні режими, що дозволяють отримувати продукти з високим вмістом функціональних груп.

В четвертому розділі досліджено процеси створення полімерних композицій на основі поліолефінів та гумінових кислот. Експериментально підтверджено зміну надмолекулярної структури полімерів при введенні гумінових добавок, що сприяє прискоренню процесів біодеструкції.

В п'ятому розділі проведено випробування розроблених матеріалів на здатність до біодеградації в ґрунтових умовах. Показано, що використання гумінових кислот дозволяє скоротити термін повного розкладу полімерної плівки. Наведено розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження запропонованих технологічних рішень.

Висновки сформульовано чітко, вони повністю висвітлюють отримані результати та відповідають поставленим завданням. За своїм рівнем вони відповідають вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Список використаних джерел (понад 150 найменувань) достатньо повно охоплює предметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості сучасних вітчизняних та закордонних праць (зокрема тих, що індексуються у Scopus та Web of Science).

7. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів зумовлено поставленими метою та завданнями, а також використанням відповідної методології дослідження. Крім того, достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта, що також зумовлює і низку певних методів, які були використані в процесі дослідження.

8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень і результатів в опублікованих працях.

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки повністю відповідають поставленим завданням дослідження та логічне витікають з отриманих результатів дослідження.

Проведено перевірку дисертації на наявність академічного плагіату, отримані результати свідчать про високу індивідуальність дисертаційної роботи. Використання результатів, отриманих іншими науковцями супроводжується відповідними посиланнями на відповідні джерела.

Всі основні положення та найбільш важливі наукові результати дисертації, опубліковані в необхідному обсязі у фахових наукових виданнях України та закордонних періодичних виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Основні матеріали дисертаційної роботи представлені в 18 наукових працях у тому числі: 4 статті у періодичних наукових виданнях, які включені до наукометричних баз Scopus та Web of Science, 2 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України та 1 розділу монографії; 11 тез доповідей на Міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Усі публікації містять результати роботи автора на окремих етапах виконання дисертаційної роботи та відображають основні її положення і висновки.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У роботі доцільно було б навести порівняльну характеристику гумінових кислот, отриманих з вугілля різних родовищ України.
2. Бажано було б розширити розділ, присвячений економічному обґрунтуванню впровадження запропонованої технології екстракції.
3. У тексті зустрічаються незначні орфографічні помилки та стилістичні неточності, які не впливають на загальну високу оцінку роботи.

Висновки.

Представлена дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково-обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка має важливе значення для галузі знань 16 – Хімічна інженерія та біоінженерія. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія.

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Лисенко Людмили Анатоліївни «Наукові основи використання гумінових кислот з бурого вугілля України» відповідає вимогам 6,7,8,9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022р № 44 та Вимогам МОН України щодо оформлення дисертації № 40 від 12.01.2017, а сама автор, Лисенко Людмила Анатоліївна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Рецензент – доцент кафедри технології переробки нафти, газу та твердого палива НТУ «ХП»

к.т.н., доцент

