

Покращення якості низькооктанових фракцій вуглеводнів в умовах каталітичної обробки на алюмокремнієвих каталізаторах

В.О. Євдокименко¹, Н.Ю. Хімач¹, Т.В. Ткаченко¹, Д.С. Каменських¹, Л.П. Доля¹
О.Б. Коротун², Ю.В. Кисельов³, В.І. Кашковський¹

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України,
вул. Мурманська, 1, Київ-94, 02094, Україна,

²ТОВ «Ніом» вул. Миколи Мольченка 79, м.Бобрівця, Чернігівська обл., Україна, 17400

³ДУ ІГНС НАН України, пр-т Академіка Палладіна, 34а Київ-142, Україна, 03142
vay.77@ukr.net, himyla@gmail.com, ttv13ttv@gmail.com

Пошук нових альтернативних джерел енергії є основним викликом сьогодення. Зменшення видобутку нафти, газу, кам'яного вугілля можна досягти за рахунок раціонального використання біомаси як сировини для паливно-мастильних матеріалів. Термохімічна обробка біомаси дозволяє отримувати вихідну сировину для низки процесів, зокрема відділення вуглеводневих компонентів та їх каталітична обробка дозволяє отримати альтернативні компоненти для моторних палив. Головною перевагою застосування вуглеводневих фракцій з біомаси є те, що в них повністю відсутні сірко- або нітрогеномісні сполуки, які відіграють роль каталітичних отрут.

Каталітичні дослідження проводили в проточному реакторі при об'ємі завантаженого каталізатора 30см³, температури у зоні реакції - 350±5 °С та тиску 0,1 МПа. Вихідну сировину подавали у реакційну зону за допомогою насоса із постійною швидкістю 1 год⁻¹. Напрямок подачі сировини згори вниз.

У даній роботі показано, що промислові алюмосилікати, являють собою структурні сполуки (Кат.25, Кат.38, Кат.50, Кат.80) та проявляють каталітичні властивості у процесі крекінгу, що відображається в підвищенні октанового числа від 8 до 20 одиниць. Чим вища їх крекуюча активність тим більше утворюється газових продуктів та змінюється фракційний склад в напрямку ізомерних вуглеводнів, що підтверджує газохроматографічний аналіз. За кількістю газової фази та складом рідких продуктів слід відзначити, що найбільш активним каталізатором виявився зразок Кат.25. Дана ефективність пов'язана з хімічним складом та методами синтезу застосованих в процесі каталізаторів, які по своїй природі містять катіони алюмінію (Al³⁺) та кремнію (Si⁴⁺), що безумовно впливає на формування кислотних центрів Бренстеда, які відповідальні за перебіг процесу крекінгу. В свою чергу, каталізатори типу Кат.1 та Кат.2 зі значним вмістом алюмінію та відсутнім каталітичним ефектом можна охарактеризувати як механічну суміш зазначених основних оксидів, а не алюмосилікатну матрицю з певною структурою.

Виходячи з отриманих результатів відновлювальна біомаса є потенційним джерелом для одержання вуглеводневих фракцій, які після процесів каталітичної обробки можуть слугувати якісними високооктановими компонентами альтернативних палив.

Ключові слова: відходи біомаси, піроліз, каталітичні перетворення вуглеводнів, алюмо-кремнієвий каталізатор, октанове число.

Вступ

Транспортні засоби – це рух, а рух без енергії неможливий. Дев'ятнадцяте століття увійшло в історію паровими машинами, двадцяте - двигунами внутрішнього згорання, а початок двадцять першого асоціюється з бурхливим розвитком електротранспорту. Останніх два види перетворення енергії в рух, на нашу точку зору, ще будуть довго конкурувати в розрізі нових технологій та розподілу ринку енергоресурсів.

Один із головних викликів 21 століття – зменшення використання викопних джерел енергії та залучення потенціалу біовідновлювальної сировини,

яка, в свою чергу, при раціональному підході забезпечить ринок необхідною продукцією. Серед відновлюваних джерел енергії рослинна біомаса є найбільш емним і доступним джерелом, а за певними оцінками вона дає понад 2 млрд. т умовного палива (у.п.) енергії на рік, що складає близько 14 % загального споживання первинних енергоносіїв у світі [1-3].

На сьогодні Україна має значний ресурс рослинної біомаси, придатної для енергетичного використання і без загрози продовольчій безпеці держави [4]. Значним, хоча і мало залученим, є потенціал біомаси у вигляді відходів сільського господарства (солома –

5,6 млн. т у.п./рік; стебла, качани, лушпиння та ін. – 4,7 млн. т у.п./рік) та швидкозростаючі культури. З появою нових технологій конверсії така біомаса, а також біомаса «енергетичних» плантацій, може стати хорошою сировинною базою для створення рідких і твердих біопалив [5].

Біомаса та її похідні продукти є також альтернативним джерелом для нафтохімічного синтезу. У цьому випадку визначна роль належить каталізаторам, серед яких широко застосовуються алюмооксидні комплекси [6]. Не дивлячись на існування значної кількості технологічних процесів та апаратів терморозкладу біомаси, активні дослідні роботи по оптимізації умов її проведення і удосконалення конструктивних особливостей обладнання та підбору каталітичних систем ведуться й сьогодні. Отримує нове дихання процес гідротермальної карбонізації (Hydrothermal carbonization-НТС) [7-8], який ще в 1913 році був описаний німецьким вченим Фрідріхом Бергіусом.

Рідкі продукти піролізу (з теплою згоряння $Q_{рн}=20-25$ МДж/кг) складаються із суміші високомолекулярних вуглеводнів і води (до 20 % мас.). Їх можна використовувати як паливо для котлів, а після відповідної переробки і як паливо для газових турбін та дизельних двигунів, чи як сировину для подальшої хімічної переробки. Головною перевагою рідких продуктів піролізу біомаси є відсутність сірко- та нітрогеновмісних сполук, що значно полегшує їх переробку в порівнянні з продуктами піролізу гумової крихти. Неконденсуючі продукти піролізу є горючим газом з теплою згоряння $Q_{рн}=15-22$ МДж/м³, вихід яких може досягати до 70 % від маси сухої сировини [8-9].

Виходячи з вище наведеного, а саме, можливості широкого застосування рідких продуктів піролізу в ролі палива, слід проводити процес переробки вихідної сировини у присутності високоефективних каталізаторів.

Метою даної роботи був підбір алюмосилікатних каталізаторів та умов їх експлуатації для підвищення октанового числа (О.Ч.) як одного із показників якості компонентів альтернативного палива.

Методи та матеріали

Каталітичні процеси проводили на лабораторній установці, яка складається з каталітичного реактора проточного типу, насоса-дозатора, градуйованої ємності подачі вихідної сировини, холодильника, сепаратора розділення рідкої та газової фракцій, ємностей для збору газів та цільового продукту. Установка обладнана джерелом нагріву реактора та блоком вимірювання температури в реакторі [10]. Каталітичні дослідження проводили при об'ємі завантаженого каталізатора 30 см³ у реакторі, темпе-

ратури у зоні реакції - 350±5 °С та тиску 0,1 МПа. Вихідну сировину подавали у реакційну зону за допомогою перистальтичного насоса із постійною об'ємною швидкістю 1 год⁻¹. Напрямо подачі сировини «згори до низу». Аналіз хімічного складу вихідної сировини та продуктів, отриманих в процесі каталітичної обробки - рідкої та газової фракцій, проводили хроматографом Agilent 7890A з капілярною колонкою DB-624 UI. Октанове число вихідної сировини та отриманих продуктів визначали октанометром «ОК-2М» [11]. Елементний склад досліджуваних каталізаторів визначали рентгенофлюоресцентним методом аналізатором «EXPERT 3L 168U».

Вихідною сировиною слугувала бензинова фракція, надана для дослідження ТОВ «Ніом». Одержана із біовідновлюваної сировини бензинова фракція - це рідина світлого кольору з густиною 0,712 г/см³, вмістом сірки – 0,01 %, п.к. 38 °С та к.к. 206 °С, октановим числом 62,0 (за моторним методом). Також ТОВ «Ніом» надано для досліджень серію промислових алюмо-кремнієвих каталізаторів виробництва КНР.

Результати та обговорення

Співвідношення основних елементів наданих каталізаторів за даними рентгенофлюоресцентного методу наведено в таблиці 1. Особливість представлених каталізаторів - це наявність двох основних елементів - кремнію та алюмінію в оксидній формі. В залежності від співвідношення вище вказаних сполук, каталізатори умовно були розділені на дві групи: з високим вмістом оксиду алюмінію (Кат. 1 та Кат. 2) та низьким - (Кат. 25 – Кат. 80).

Із наведених результатів аналізу складу каталізаторів видно, що перша група (кат. 1 та 2) містять в своєму складі більше 60 % оксиду алюмінію та до 37 % діоксиду кремнію. Також слід відзначити наявність в їх структурі оксидів нікелю (до 1,5 %) та заліза (0,5 %), які здатні надавати каталізатору гідруючі властивості. У свою чергу, для групи каталізаторів (кат. 25 - 80) характерно те, що вміст базового оксиду кремнію досягає 80 %, а оксиду алюмінію варіюється у діапазоні від 19 до 33 %, решта оксидів металів знаходяться у слідових кількостях. Такі відмінності у складі вихідних каталізаторів відіграли основну роль у різниці каталітичної активності, яку було встановлено у ході експериментальних досліджень. Оскільки, про надані каталізатори взагалі була відсутня будь-яка інформація, окрім того, що вони алюмо-кремнієві і номери ідентифікації, то великий вміст алюмінію у зразках першої групи наштовхнув на думку про те, що це сумішеві каталізатори.

Таблиця 1. Рентгенофлуоресцентний аналіз елементного складу каталізаторів.

Кат.1		Кат.2		Кат.25		Кат.38		Кат.50		Кат.80	
М.ч, %		М.ч, %		М.ч, %		М.ч, %		М.ч, %		М.ч, %	
Al ₂ O ₃	64.392	Al ₂ O ₃	61.101	Al ₂ O ₃	19.765	Al ₂ O ₃	29.211	Al ₂ O ₃	24.929	Al ₂ O ₃	32.716
Fe ₂ O ₃	0.566	CuO	ppm 44	Fe ₂ O ₃	0.097	Fe ₂ O ₃	0.282	Fe ₂ O ₃	0.152	Ni ₂ O ₃	ppm 18
Ga ₂ O ₃	ppm 234	Fe ₂ O ₃	0.553	Ni ₂ O ₃	ppm 23	Ni ₂ O ₃	ppm 71	Ni ₂ O ₃	ppm 32	SiO ₂	67.273
La ₂ O ₃	0.520	Ga ₂ O ₃	ppm 121	SO ₂	0.127	SO ₂	0.225	SiO ₂	74.907	SrO	ppm 40
MoO ₃	ppm 36	La ₂ O ₃	0.283	SiO ₂	80,003	SiO ₂	70.284	SrO	ppm 9	ZnO	ppm 22
Ni ₂ O ₃	1.516	MoO ₃	ppm 41	SrO	ppm 11	ZnO	ppm 57	ZnO	ppm 21	ZrO ₂	ppm 33
SO ₂	0.105	Ni ₂ O ₃	0.432	ZnO	ppm 11	ZrO ₂	ppm 74	ZrO ₂	ppm 57		
SiO ₂	32.802	SO ₂	0.235	ZrO ₂	ppm 36						
SrO	ppm 119	SiO ₂	37.331								
Y ₂ O ₃	ppm 74	SrO	ppm 81								
ZnO	ppm 435	ZnO	ppm 302								
ZrO ₂	ppm 90	ZrO ₂	ppm 62								

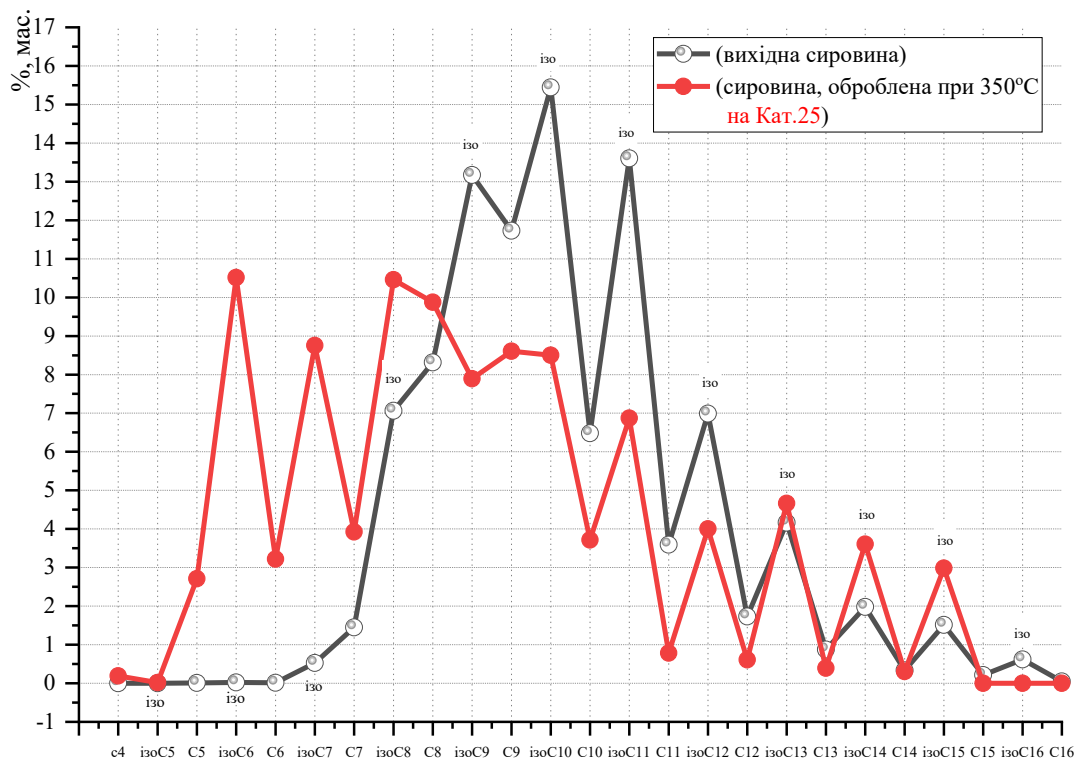


Рис. 1. Вміст вуглеводнів нормальної та ізо- будови

Продукти реакції у вигляді газової та рідкої фракцій піддавали газохроматографічному аналізу. За результатами аналізу встановлено склад вихідної сировини та отриманих цільових продуктів для найактивнішого каталізатора із досліджуваних, а саме Кат.25. На рисунку 1 наведено відсотковий вміст вуглеводнів нормальної та ізо- будови.

З рисунку 1 видно, що вихідна сировина - це суміш вуглеводнів від C₄ до C₁₆ нормальної та ізо- будови. Термічна обробка такої суміші у присутності алюмосилікатних каталізаторів за температури 350 °C сприяла зміні вуглеводневого складу продуктів реакції, а саме, зростанню вмісту легкої фракції C₆ – C₈ ізо-будови, що вплинуло на зміну октанового числа (табл. 2).

За результатами каталітичних досліджень було встановлено, що саме алюмосилікатні каталізатори

другої групи здатні покращувати детонаційну стійкість низькооктанових вуглеводневих фракцій, що киплять в діапазоні температур кипіння бензинів. Спостерігаємо зростання октанового числа на 10-20 пунктів у порівнянні із вихідною сировиною. Для першої групи каталізаторів такого ефекту не спостерігається, а навпаки, відбувається зниження октанового числа на 1-2 пункти.

Також було встановлено, що саме каталізатори другої групи (Кат. 25 - 80) проявили найкращі крекуючі властивості, що підтверджується одержанням легкої бензинової фракції із середнім числом вуглецю C₅-C₈ та достатньо високим вмістом сполук ізо-будови. Крекуюча здатність каталізаторів другої групи також підтверджується утворенням значних об'ємів газової фази 60-220 м³ (табл. 3) у перерахунку на переробку 1 м³ вихідної сировини.

Таблиця 2. Результати вимірювання октанового числа вихідної сировини та продуктів реакції.

Назва	О.Ч., моторний метод	О.Ч., дослідний метод
Вихідна сировина	62,0	71,0
Кат. 1, рідка фракція	61,0	69,3
Кат. 2, рідка фракція	59,3	67,5
Кат. 25, рідка фракція	83,0	91,5
Кат. 38, рідка фракція	70,2	80,0
Кат. 50, рідка фракція	77,9	89,1
Кат. 80, рідка фракція	69,0	78,6

Таблиця 3. Газохроматографічний аналіз газової фази.

Продукти реакції	Кат. 1	Кат. 2	Кат. 25	Кат. 38	Кат. 50	Кат. 80
C ₁ метан, %	45,48	44,45	3,67	8,45	6,57	7,49
C ₂ етан, %	23,37	24,95	55,21	53,06	53,93	51,58
C ₃ пропан, %	27,11	24,56	19,61	15,80	18,68	16,92
C ₄ ізобутан, %	1,05	1,56	15,07	15,02	13,05	14,65
C ₄ бутан, %	2,54	2,90	3,85	4,61	4,15	4,60
C ₅ пентан, %	0,25	0,58	1,12	2,06	2,32	3,76
Інші, %	0,20	1,00	1,47	1,00	1,30	1,00
Вихід газу, м ³ /год	1,0	3,0	224,0	95,7	154,0	60,0

Для каталізаторів першої групи ці значення знаходяться на достатньо низькому рівні – 1-3 м³. Слід відзначити те, що склад газової фази для цих груп каталізаторів значно відрізняється. Перша характеризується максимальним вмістом метану, тоді як друга – етану. Різниця у складі газової фази за основним продуктом дозволяє припустити, що процес крекінгу на представлених каталізаторах перебігає за різними механізмами. Такі відмінності в активності досліджених каталітичних систем можна пояснити зміною структури активного центру зі зміною вмісту оксидних складових (табл. 1.).

Активність алюмосилікатного каталізатора значною мірою залежить від співвідношення активних компонентів. Відомо, що саме оксиди алюмінію та кремнію самі по собі у чистому вигляді не проявляють крекуючої здатності до вуглеводнів. Натомість, коли катіон алюмінію (Al³⁺) заміщує катіон кремнію (Si⁴⁺), то утворюється від'ємнозаряджений структурний дефект, який потребує додаткового позитивного заряду для збереження електронейтральності матеріалу. Якщо компенсація заряду відбувається за допомогою протона, то алюмосилікат набуває кислотних властивостей. Таким чином відбувається формування кислотних центрів Бренстеда, які відповідальні за перебіг процесу крекінгу. У даному випадку, при наявності в структурі каталізатора оксиду алюмінію в діапазоні 20-30 мас. %, спостерігаються значно ефективніші крекуючі властивості в порівнянні із першою групою, де вміст оксиду алюмінію сягає 60 мас. %. Незрозуміла ситуація в тому, що всі зразки каталізаторів у своєму складі містять і кремній, і алюміній, але проявляють абсолютно різну крекуючу активність до вуглеводнів. З цього можна припустити, що перша група, скоріш за все, являє собою механічну суміш зазначених основних оксидів, а не алюмосилікатну матрицю з певною структурою, яка проявляє високі каталітичні властивості.

За результатами проведених досліджень залишається відкритим питання щодо різної активності алюмосилікатних каталізаторів у процесі обробки низькооктанових вуглеводневих фракцій. Відповідь на це питання можна отримати лише дослідивши більш детально фізико-хімічні (структурні) властивості наданих промислових зразків каталізаторів.

Висновки

Відновлювальна біомаса є потенційним джерелом для одержання різних вуглеводневих фракцій, які після процесів каталітичної обробки можуть слугувати якісними компонентами різних видів синтетичних альтернативних палив. Головною перевагою застосування вуглеводневих фракцій з біомаси є те, що в них повністю відсутні сірко- або азотвмісні сполуки, які відіграють роль каталітичних отрут, на відміну від піролізатів, наприклад, гумових покриттів. У даній

роботі показано, що промислові алюмосилікати, які являють собою структурні сполуки (Кат.25, Кат.38, Кат.50, Кат.80), проявляють каталітичні властивості у процесі крекінгу, на відміну від сумішевих (Кат.1, Кат.2), де виявлено значний вміст алюмінію. Показано, що застосування алюмокремнієвих каталізаторів з невисоким вмістом Al₂O₃ та відсутністю значного вмісту домішок оксидів інших металів дозволяє проводити покращення якості піролізатів біомаси з одержанням високооктанових компонентів моторного палива. За кількістю газової фази та складом рідких продуктів слід відзначити, що найбільш активним каталізатором виявився зразок Кат.25.

Роботу виконано за фінансової підтримки НАН України в рамках Цільової програми наукових досліджень ВХ НАН України «Фундаментальні дослідження за пріоритетними напрямками хімії» ЦПФД 2-17 за темою «Біоресурси — альтернативна сировина для хімічної промисловості».

Література

1. Ciferno J.P., Marano J.J. *Benchmarking Biomass Gasification Technologies for Fuels, Chemicals and Hydrogen Production*. U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory. 2002. 65 P.
2. Renewables Information. Publication of International Energy Agency. 2011. P.497. URL: http://www.planbleu.org/portail_doc/renewables_informat ion 2011.pdf
3. Щокін А.Р. Колесник Ю.В. Перспективи виробництва і застосування біопалива в Україні. Електронний журнал енергосервісної компанії “Екологічні системи”. 2003. №5. URL: <http://www.necin.com.ua>
4. С.О. Зубенко, Л.К. Патриляк, С.В. Коновалов. Порівняння фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей біодизельного палива на основі метанолу та біоспиртів. *Каталіз та нафтохімія*. 2018. № 27. С.1-18.
5. Прокіп А.В. *Еколого-економічна оцінка заміщення невідновлюваних енергоресурсів біологічно відновлюваними*. Львів, ЗУЦК, 2010. 212 с.
6. К.В. Валігура, С.О. Соловійов. Каталізатори парофазної конденсації C₁-C₄ спиртів з подовженням вуглецевого ланцюга. *Каталіз та нафтохімія*. 2020. № 29. С. 32-51.
7. Kleinhans H. Development of lignin carbon fibers: Evaluation of the carbonization process. *Journal of Applied Polymer Science*. 2016. V.133(38).
8. Скляренко Е.В. *Створення піролізних технологій та установок для термохімічної конверсії рослинної біомаси*. Дис. к.т.н. Ін-т техн. теплофізики НАН України. Київ. 2017. 193 с.
9. Магвійчук Д.А., Євдокименко В.О., Каменських Д.С., Ткаченко Т.В., Аксиленко М.Д., Кашковський

В.І. Сумішеві палива на основі органічних відходів. *Каталіз и нефтехимия*, 2018, № 27 С. 47-53.

10. Кашковський В.І., Євдокименко В.О., Каменських Д.С., Ткаченко Т.В., Вахрін В.В. Комплексна технологія переробки деяких органічних відходів. ISSN 1815-2066. *Nauka innov.* 2017, 13(3): 57-69.

11. *Патент: 57987* Гоцуленко В.В., Кисельов Ю.В., Кисельов В.П. Спосіб визначення октанового числа палива і пристрій для його здійснення. Україна. Опубліковано: 15.07 2003. Бюлетень №7.

References

1. Ciferno J.P., Marano J.J. *Benchmarking Biomass Gasification Technologies for Fuels, Chemicals and Hydrogen Production*. U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory. 2002. 65 P.

2. Renewables Information. Publication of International Energy Agency. 2011. P. 497. URL: http://www.planbleu.org/portail_doc/renewables_information_2011.pdf

3. Shchokin A.R. Kolesnyk YU.V. Perspektyvy vyrobnytstva i zastosuvannya biopalyva v Ukraini. *Elektronnyy zhurnal enerhoservysnoy kompanyy "Ekolohycheskye systemy"*. 2003. №5. URL: <http://www.necin.com.ua>

4. Zubenko S.O., Patrylyak L.K., Konovalov S.V.. Porivnyannya fizyko-khimichnykh ta ekspluatatsiynykh vlastyvostryy biodyzel'noho palyva na osnovi metanolu ta biospyrtiv. *Katalyz y neftekhymyya*. 2018. № 27. pp.1-8. [in Ukrainian]

5. Prokip A.V. *Ekoloho-ekonomichna otsinka zamishchennya nevidnovlyuvanykh enerhoresursiv biolohichno vidnovlyuvanymy*. L'viv, ZUTSK, 2010. 212 p.

6. Valihura K.V., Solovyov S.O. Katalizatory parofaznoyi kondensatsiyi C₁-C₄ spyrtiv z podovzhenyamy vuhletsevoho lantsyuha. *Kataliz ta naftokhimiya*, 2020. №. 29. pp. 32-51. [in Ukrainian]

7. Kleinmans H. Development of lignin carbon fibers: Evaluation of the carbonization process. *Journal of Applied Polymer Science*. 2016. V.133(38).

8. Sklyarenko E.V. *Stvorennya piroliznykh tekhnolohiy ta ustanovky dlya termokhimichnoyi konversiyi roslynnoyi biomasy*. Dys. k.t.n. In-t tekhn. teplofizyky NAN Ukrainy. Kyiv. 2017. 193 p. [in Ukrainian]

9. Matviychuk D.A., Yevdokymenko V.O., Kamens'kykh D.S., Tkachenko T.V., Aksylenko M.D., Kashkovs'kyk V.I. Sumishevi palyva na osnovi orhanichnykh vidkhdov. *Katalyz y neftekhymyya*, 2018, № 27. pp. 47-53. [in Ukrainian]

10. Kashkovs'kyk V.I., Yevdokymenko V.O., Kamens'kykh D.S., Tkachenko T.V., Vakhrin V.V. Kompleksna tekhnolohiya pererobky deyakykh orhanomineral'nykh vidkhdov. ISSN 1815-2066. *Nauka innov.* 2017, 13(3): pp. 57-69. [in Ukrainian]

11. *Patent: 57987* Hotsulenko V.V., Kysel'ov YU.V., Kysel'ov V.P. Sposib vyznachennya oktanovoho chysla palyva i prystryy dlya yoho zdiysnennya. Opublikovano: 15.07 2003. Byuleten' №7.

Надійшла до редакції 21.09.2020 р.

Improving the quality of low octane hydrocarbon fractions under conditions of catalytic processing on aluminum-silicon catalysts

V.O. Yevdokymenko¹, N.Y. Khimach¹, T.V. Tkachenko¹, D.S. Kamensky¹, O.B. Korotun²,
I.V. Kyselov³, V.I. Kashkovsky¹

¹V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the NAS of Ukraine,
1, Murmanskaya str, Kyiv-94, 02094, Ukraine, vay.77@ukr.net

²NIOM Ltd., Chernihivska obl., Bobrovytsia, 79 M. Molchenka Str

³State institution "Institute of environmental geochemistry of the NAS of Ukraine",
Akademika Palladina Ave., 34a Kyiv-142, 03142

The main challenge today is to find new alternative energy sources. Reduction of oil, gas and coal production can be achieved through the rational use of biomass as a raw material for fuels and lubricants. Thermochemical treatment of biomass allows to obtain raw materials for a number of processes, in particular the separation of hydrocarbon components and their catalytic treatment allows to obtain alternative components for motor fuels. The main advantage of using hydrocarbon fractions from biomass is that they are completely free of sulfur- or nitrogen-containing compounds that play the role of catalytic poisons.

Catalytic studies were performed in a flow reactor at a charged catalyst volume of 30 cm³, a reaction zone temperature of 350 ± 5 °C and a pressure of 0.1 MPa. The feedstock was fed to the reaction zone using a pump at a constant rate of 1 h⁻¹. The direction of supply of raw materials from top to bottom.

In this work it is shown that industrial aluminosilicates are structural compounds (Cat.25, Cat.38, Cat.50, Cat.80) and show catalytic properties in the cracking process, which is reflected in the increase of octane number from 8 to 20 units. The higher their cracking activity, the more gaseous products are formed and the fractional composition changes in the direction of isomeric hydrocarbons, which is confirmed by gas chromatographic analysis. According to the amount of gas phase and the composition of liquid products, it should be noted that the most active catalyst was the sample Cat.25. This efficiency is related to the chemical composition and methods of synthesis of the presented catalysts. The latter by their nature contain cations of aluminum (Al³⁺) and silicon (Si⁴⁺), which certainly affects the formation of Bronsted acid centres, which are responsible for the cracking process. In turn, catalysts of the type Cat.1 and Cat.2 with a significant content of aluminum and no catalytic effect can be characterized as a mechanical mixture of these basic oxides, and not an aluminosilicate matrix with a certain structure.

Based on the obtained results, renewable biomass is a potential source for obtaining hydrocarbon fractions, which after catalytic treatment processes can serve as high-quality high-octane components of alternative fuels.

Keywords: biomass waste, pyrolysis, catalytic transformations of hydrocarbons, aluminum-silicon catalyst, octane number