

## КОМПОЗИЦІЙНА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕХНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ

Д.І. Шеремета<sup>1</sup>, В.В. Богун<sup>2</sup>, К.В. Роєнко<sup>3</sup>, О.О. Тертишний<sup>4</sup>,  
О.В.Тертишна<sup>3</sup>

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет» 49005 м. Дніпро, просп. Науки, 8, Україна*

<sup>1</sup>*Шеремета Дмитро Іванович, аспірант кафедри хімічної технології палива та полімерних матеріалів, e-mail: [dsheremeta75@gmail.com](mailto:dsheremeta75@gmail.com)*

<sup>2</sup>*Богун Василь Володимирович, аспірант кафедри хімічної технології палива та полімерних матеріалів, e-mail: [bogun@ukrtatnafta.com](mailto:bogun@ukrtatnafta.com)*

<sup>3</sup>*Роєнко Катерина Володимирівна, канд. техн. наук, доцент кафедри хімічної технології палива та полімерних матеріалів, e-mail: [Katia\\_i@i.ua](mailto:Katia_i@i.ua)*

*Тертишний Олег Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету, [olegtertyshniy109@gmail.com](mailto:olegtertyshniy109@gmail.com)*

<sup>3</sup>*Тертишна Олена Вікторівна, док. техн. наук, проф. кафедри хімічної технології палива та полімерних матеріалів, e-mail: [elenateert@gmail.com](mailto:elenateert@gmail.com)*

*Запропоновано рецептури п'яти типів альтернативних сировинних сумішей для виробництва технічного вуглецю, які порівнювали з виходом та якістю продукту на традиційній сировині. Досліджено результат розрахунку прогнозованого виходу технічного вуглецю за двома методиками з урахуванням вмісту вуглецю та водню у сировинних матеріалах.*

*Ключові слова: технічний вуглець, композиційна сировина, індекс кореляції, вихід*

Останнім часом спостерігається зростання сфер застосування технічного вуглецю. Крім традиційного його використання в шинній промисловості (майже 70% виробленого технічного вуглецю направлено на збільшення міцності гуми та підвищення супротиву її стиранню), він активно знаходить застосування у виробництві сплавів, в якості чорного пігменту у лакофарбовій, полімерній і електрохімічній промисловостях, спеціальних копіювальних видів паперу та в процесах виробництва стрічок для принтерів (рис.1).

В якості сировини для виробництва технічного вуглецю здебільшого використовують рідкі побічні продукти нафтохімічної чи коксохімічної промисловості. Перелік компонентів, можливих до використання, включає велике різноманіття ароматизованих продуктів – термогазойль, термосмола, термоолива, газойлі каталітичного крекінгу та коксування, екстракти селективного очищення олив, вторинні газойлі, піролізні дистиляти та смоли, низькотемпературні вугільні смоли, антраценова фракція, пековий дистилят та ін.

Але до всіх видів сировини для виробництва технічного вуглецю або її сумішам висуваються загальні вимоги, які пов'язані або з фізико-хімічними характеристиками сировини (індекс кореляції, в'язкість, густина, коксівність), або з чистотою сировини (відсутність або обмеження сторонніх домішок, іонів лужних металів, сірки, води та ін.).

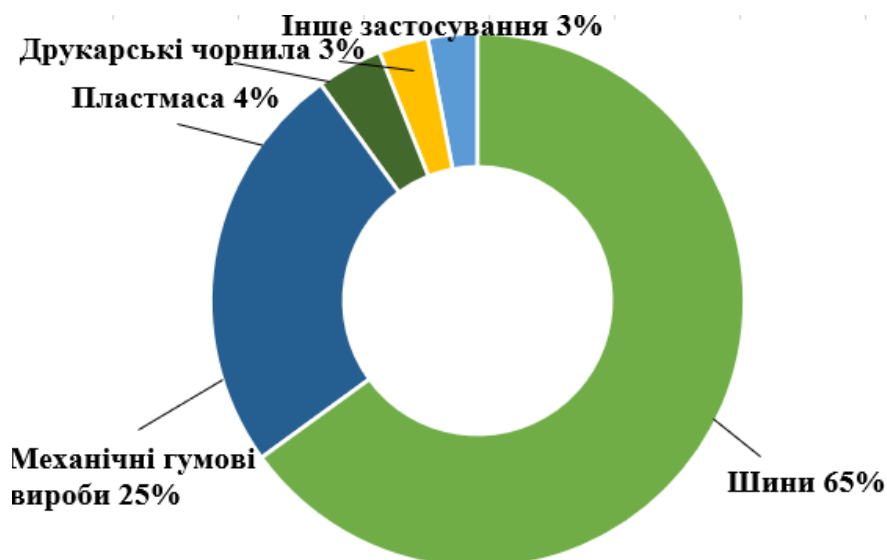


Рисунок 1 – Застосування технічного вуглецю (дані 2012 р. Європейська комісія 2017 р.)

Основні вимоги до якості сировини формуються на основі відомостей про вплив її властивостей на якість і кількість отриманого продукту. Достатню якість сировини обумовлює високий вміст ароматичних вуглеводнів, мінімальний вміст сірковмісних сполук, асфальтенів, смол, механічних домішок.

Для оцінювання ступені ароматизованості сировини використовують емпіричний показник – індекс кореляції (ІК):

$$ІК = 437 \cdot \rho_{20} - 456,8 + 48940/T_{\text{кип}}$$

де  $\rho_{20}$  – густина сировини за температури 20 °С, г/см<sup>3</sup>;

$T_{\text{кип}}$  – температура середнього об'єму кипіння вуглеводнів, К.

Під час виробництва технічного вуглецю доцільно використовувати високоароматичну сировину з підвищеним вмістом конденсованих поліциклічних сполук і індексом кореляції не менше 120. Для виробництва малоактивних марок технічного вуглецю можливе використання нафтової сировини з індексом кореляції 90. Сировиною, як правило, служать фракції з молекулярною масою 150 – 400 од. та температурою кипіння 170 – 500°С. Густина різних видів сировини та їх сумішей коливається у межах 0,84 – 1,14 г/см<sup>3</sup>.

Склад сировини не є стабільним за хімічними компонентами і може коливатись навіть у одного постачальника. Крім того, обмеженість традиційної, відпрацьованої з точки зору технології, сировинної бази, особливо у наслідок воєнних дій та зупинку ряду коксохімічних підприємств призводить до необхідності її розширення із залучення нових складових. Через це постає питання щодо створення універсального інструменту для визначення оптимальної рецептури сировини для кожної партії, маючи можливість варіювати вуглеводневий склад під час використання побічних продуктів нафтового та коксохімічного виробництва.

Зроблено спробу дослідити властивості та вплив створених вуглеводневих композицій на кількість і якість готового продукту, яка б надала

змогу покращити та розширити сировинну базу країни в складних сучасних умовах. На меті стояло завдання підібрати прийнятні оптимальні склади, які змогли б замінити відсутню традиційну сировину у виробництві якісного вітчизняного технічного вуглецю.

Для дослідження було створено п'ять типів альтернативних сировинних сумішей, які порівнювали з традиційною сировиною – антраценовою фракцією, отриманою ректифікацією кам'яновугільної смоли. Склад сировинних сумішей та їх властивості наведено в таблиці 1.

*Методика експерименту* Для оцінювання ефективності рецептур створених сумішей проведено випробування в умовах виробництва з перевіркою відповідності якості отриманого технічного вуглецю.

Для можливості прогнозування кількісного виходу цільового продукту залежно від вмісту вуглецю та водню у сировині, подальшого їх корегування опрацьовано та створено програмний продукт за двома методами розрахунку.

Перший метод заснований на рівнянні матеріального балансу отримання вуглецю та включав визначення маси вуглецю у сировині, азоту та кисню у відхідних газах.

Другий метод розрахунку базувався на залежності виходу технічного вуглецю від витрати палива і повітря та включав термохімічні розрахунки процесу неповного горіння.

Останній метод включав два варіанти палива: перший – використання природнього газу, другий варіант – продукти згоряння піролізної оливи (важкого, смолистого продукту переробки шин).

Результат теоретичних досліджень розрахунку та його порівняння з практичними виходом технічного вуглецю представлено на рис.2.

Очевидно, що варіант створення сировинних сумішей із залученням в процес виробництва технічного вуглецю побічних продуктів нафтопереробки та коксохімії є прийнятним як основний для вирішення проблеми розширення та заміни сировинної бази. Відхилення (в межах 1,5 – 3 %) розрахункових значень за розробленим алгоритмом від практичного виходу технічного вуглецю зі збереженням показників якості в межах нормативів за представленими рецептурами, підтвердило перспективність використання розроблених методик. Виявили можливість створення ефективних рецептур сировини з одночасною утилізацією важких побічних продуктів процесів переробки нафти, вугілля та відпрацьованих шин. Напрямок з використанням відходів шин розглядається як перспективний варіант з декарбонізації для промислового виробництва технічного вуглецю.

Таблиця 1

Характеристика традиційної та альтернативної сировини для виробництва  
технічного вуглецю

Сировина		Показники							
		Густина, г/см <sup>3</sup>	В'язкість для 50°C, мм <sup>2</sup> /с	Вміст вуглецю С, % мас.	Вміст водню Н, % мас.	Показник С/Н	Показник ароматичності	Індекс кореляції	
<i>Нафтові види сировини</i>									
Мазут М100		1,05	108	84,56	11,44	7,39	2,89	72,2	
Гудрон		0,99	370	88,54	10,13	8,74	4,64	102	
Важкий каталітичний газойль (ВГК)		1,02	15	88,92	9,05	9,83	5,86	114	
Піролізна смола		1,085		90,95	5,83	15	7,32	143,9	
Піролізна олива		0,938	25,63	-	-	-		67,5	
Затемнена фракція (70% ВГК+30% Гудрон)		1,011	10,8	88,81	9,374	9,47	5,49	110,4	
<i>Коксохімічні види сировини</i>									
Антраценова фракція		1,12	10	91	5,2	16,84	9,35	160	
Кам'яновугільна смола (КВ)		1,19	110	89,2	5,6	15,92	8	184	
<i>Сумішева сировина</i>									
<b>Традиційна сировина</b>									
Антраценова фракція		100%	1,120	10	91	5,2	16,84	9,35	160
<b>Сировина №1</b>									
ВГК		25%	0,997	281,2 5	88,63 5	9,86	9,01	4,95	105
Гудрон		75%							
<b>Сировина №2</b>									
Антрацен		25%	1,172	85	89,65	5,5	16,15	8,34	178
КВ смола		75%							
<b>Сировина №3</b>									
антрацен		31%	1,129	57,15	89,69	6,27	14,80	7,93	160,46
КВ смола		46%							
ВГК		23%							
<b>Сировина №4</b>									
ВГК		32%	1,040	256,4	85,96	10,68	8,05	3,84	85,58
Мазут М100		68%							
<b>Сировина №5</b>									
Смола пір.		85%	1,073	90,63	6,36	14,25	7,05	138,88	
Затемнена фракція		15%							

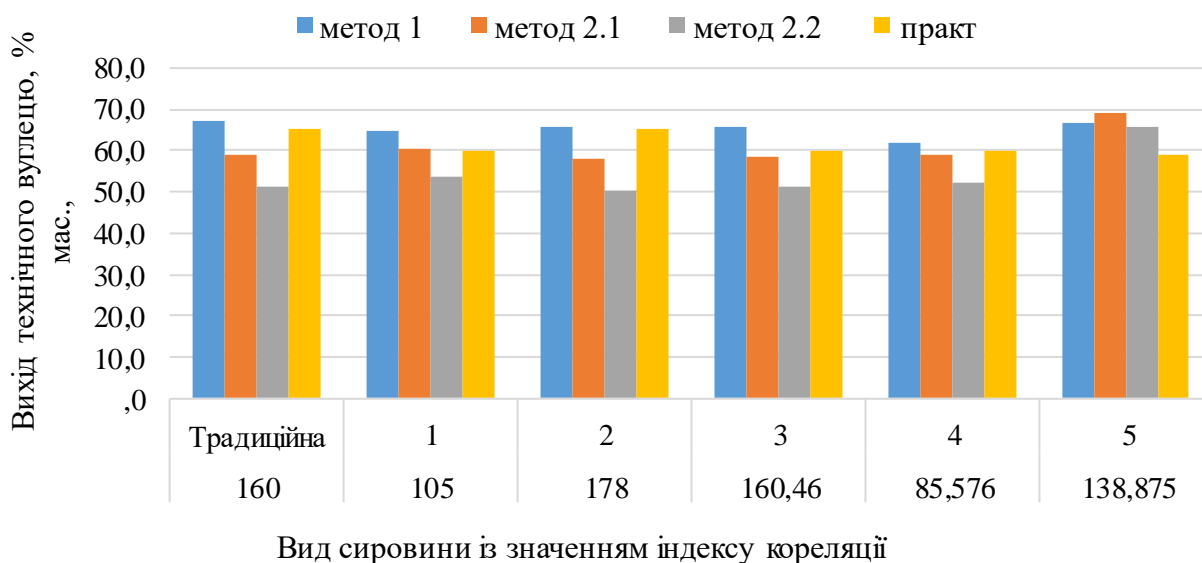


Рисунок 2 – Вихід технічного вуглецю залежно від виду сировини процесу

### Бібліографічний список

1. Ярошук Л.Д. Метод вимірювання та дотримання показників якості технічного вуглецю / Конончук О.В. // Наукоємні технології Національного авіаційного університету, 2020. – № 4 (48). – С. 534 – 544.
2. Гавриш Б.А. Синтез алгоритмів оптимального керування рецептурою сировини для виробництва технічного вуглецю / Гавриш Б.А., коржик М.В. // Вісник НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, 2019. – №1. – с.114 – 119.
3. ДСТУ 8363:2015 Сировина коксохімічна для виробництва технічного вуглецю. Технічні умови. – Надано чинності: наказ ДП «УкрНДНЦ» від 21.08.15 № 101. Чинний від 01.07.17. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 29 с.

### COMPOSITE RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF TECHNICAL CARBON

*D.I. Sheremeta, postgraduate student, V.V. Bogun, postgraduate student, K.V. Roienko, degree Candidate of Engineering Science, O.O. Tertyshnyi, degree Candidate of Engineering Science, O.V. Tertyshna, Doctor of Technical Sciences.*

*Formulations of five types of alternative raw material mixtures for the production of technical carbon were proposed, which were compared with the yield and quality of the product on traditional raw materials. The result of calculating the predicted yield of technical carbon according to two methods, taking into account the content of carbon and hydrogen in raw materials, was studied.*

**Key words:** *technical carbon, composite raw material, correlation index, yield*