

Перспективи виробництва альтернативного автомобільного палива в Україні

*директор Інституту газу НАН України
доктор технічних наук, професор Г.В. Жук*

Проблема автомобільного палива, завдяки левовій частині імпорту (85%) вже давно висіла загрозою над Україною. Війна Росії та її наслідки: руйнування Кременчуцького НПЗ, паливної інфраструктури, блокування морського шляху імпорту – вкрай загострила цю проблему. Україна потребує загальнонаціональних проєктів заміщення традиційних автомобільних палив альтернативними – біодизелем, біоетанолом, біометаном, синтетичними рідкими паливами.

Установи НАН України мають розробки, здатні забезпечити науково-технічний супровід технологій виробництва альтернативних автомобільних палив. Зупинимось на найбільш підготовлених до впровадження розробок, до яких долучились спеціалісти Інституту газу. Почнемо з загальної картини балансу викопних палив в Україні.

Вугілля. Загальний видобуток вугілля складає близько 30 млн. тонн, з них – енергетичного – 22 млн. тонн. Видобуток останнього року складав по Донецькій області 11,9 млн. тонн; по Дніпропетровській – 16,3 млн. тонн (Західний Донбас); Львівській – 1,2 млн. тонн. При цьому, якщо на сході видобування дещо збільшувалось, в західному регіоні вуглевидобувна галузь скоротилась на 10%. Імпорт складає близько 20 млн тонн (60% – Росія), з них – 10 млн. тонн енергетичного вугілля. Тобто доля імпорту вугілля, як паливного ресурсу складає 45%.

Нафта та нафтопродукти. Видобуток складає всього 1,6 млн тонн. Ринок дизельного палива – 7,4 мільйона тонн, з яких: внутрішнє виробництво: 1,1 мільйона тонн, імпорт: 6,3 (85%). Ринок бензину: 2,1 млн. тонн, внутрішнє виробництво: 1 мільйон тонн (50%). Внутрішнє виробництво бензину і дизелю було головним чином зосереджене на Кременчуцькому НПЗ.

Природний газ. Видобуток 20 млрд куб м, імпорт у 2021 складав до 3 млрд куб. м (скоротився на 13 млрд куб. м в порівнянні з попереднім роком, але в основному за рахунок накопиченого в сховищах газу). Споживання – 28 млрд куб. м. Таким чином, реальна доля імпорту (споживання мінус видобуток) складає близько 30%.

Розглянемо ситуацію з іншими автомобільними паливами (цифри по бензину і дизелю наведені раніше).

Скраплений газ (пропан-бутан, LPG) – ринок у 2020 році склав майже 2 мільйони тонн, 400 тисяч тонн з яких вироблено в Україні (Шебелінський ГПЗ). Імпорт скрапленого газу наближається до 80%.

Стиснений газ (метан, CNG) – останні роки автомобільні газонаповнювальні компресорні станції (АГНКС) працювали на 10% від номінальної продуктивності, потенціал використання цього виду палива складає приблизно 1 млрд куб. м. Процент імпорту умовно можна вважати пропорційним до природного газу (30%).

Зріджений газ (метан, LNG) – як паливо відсутній в Україні, хоча його споживання в світі щорічно зростає на 10%

Водень – також відсутній в Україні.

Перспективу збільшення виробництва палива обов'язково слід розглядати, враховуючи низьковуглецевий шлях розвитку. Нагадаю, Україна ратифікувала Паризьку угоду в липні 2016 р., підтримала Європейський Зелений Курс (ЄЗК) в липні 2020 р. В минулому році вийшов Указ Президента України та відповідне рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації». На конференції ООН з питань зміни клімату (31 жовтня 2021, Глазго) Україна взяла на себе зобов'язання щодо Національно Визначеного Внеску-2.

Викладена картина по паливам дозволяє зробити наступні висновки:

1. Внутрішнє виробництво традиційних автомобільних палив (бензини, дизельне паливо, пропан-бутан) в Україні практично відсутнє (особливо після зупинки Кременчуцького НПЗ).

2. Природний газ стає стратегічним паливом внутрішнього видобутку, можливе нарощування завантаження АГНКС.

3. Вугілля можна розглядати як сировину для виробництва автомобільного палива, з екологічними та кліматичними обмеженнями.

4. Необхідно залучати альтернативні автомобільні палива, використовувати вітчизняні технології та фахівців

Потенціал для заміщення імпортованого автомобільного палива складають альтернативні газові палива, серед яких доцільно виділити:

- Генераторний газ ($\text{CO} + \text{H}_2$) як продукт переробки вуглецевмісних відходів
- Біогаз ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$) і звалищний газ, з якого можуть бути виділені біометан та вуглекислота
- Водень (H_2), а саме біоводень, «зелений» водень, водень з вуглеводнів.

В Інституті газу розроблено технологію газифікації підготовленого біопалива - використання деревинних відходів та гранульованих відходів сільськогосподарської діяльності. В рамках промислової експлуатації підтверджені надійність, безпечність та робочі характеристики комплексів енергетичною потужністю 2 і 3 МВт. Ці газифікатори потрібно розглядати, в першу чергу, як засіб виробництва синтез-газу для синтезу рідких палив.



Газогенератор періодичної дії потужністю 2 МВт (м. Малин).

Біогаз є одним з найперспективніших палив для використання саме в Україні, яка має величезний потенціал використання сільськогосподарських відходів.

Звалищний газ, як різновид біогазу, є продуктом деструкції органічної частини побутових відходів. За розробками Інституту впроваджено 7 проектів видобування та утилізації звалищного газу. На полігонах твердих побутових відходів видобуто більше 30 млн. куб.м метану, вироблено та поставлено в мережу на безперервній основі більше 100 млн. кВт-год електроенергії, скорочення викидів парникових газів склало більше 500 тис. тонн в еквіваленті вуглекислоти. Впровадження розроблених технологій тільки на великих полігонах ТПВ України дозволить щороку стабільно виробляти 0,5 млрд. куб. м метану.



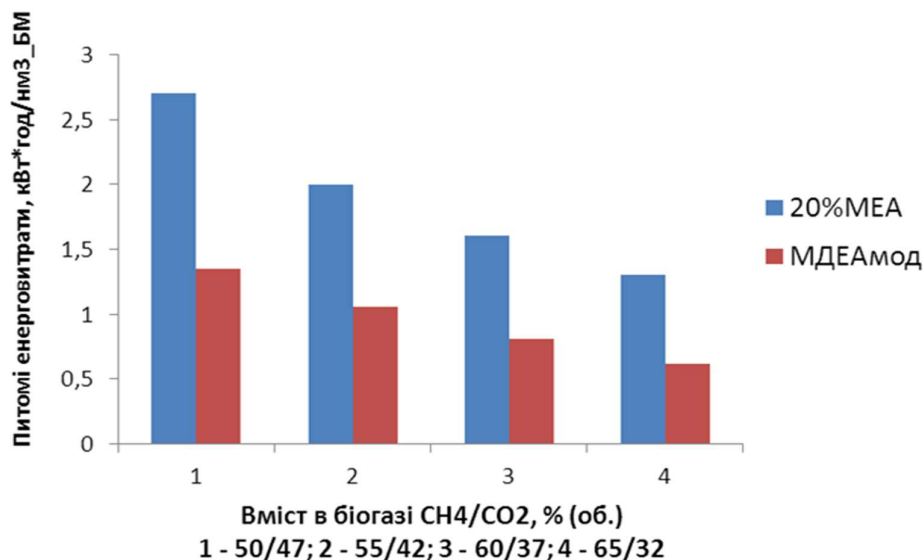
Електростанція на звалищному газі потужністю 0,6 МВт (м. Кам'янець-Подільський).

Сьогодні в Україні весь біогаз, що виробляється, переробляють в електроенергію за зеленим тарифом. За статистичними даними НКРЕКП встановлені потужності складають близько 100 МВт. Оскільки зараз намітився профіцит електроенергії в Україні, цей газ можна розглядати як вже існуючу сировину для одержання палива.

В Інституті Мікробіології та вірусології розроблена універсальна біотехнологія отримання водню та метану в складі біогазу з твердих та рідких органічних відходів за рахунок прискореної деструкції відходів. Вона дозволяє зменшити час та температуру процесу, що знижує енергетичні витрати і практично виключає кінцеві відходи процесу.

Біогаз є сировиною для одержання біометану, побічний товарний продукт, який також користується попитом на ринку – вуглекислота. В Інституті газу створено енергоефективну технологію виробництва біометану з біогазу з використанням амінового абсорбційного процесу. Створено також першу в Україні дослідну установку, вилучено цільові фракції метану та діоксиду вуглецю, концентрації метану 95% (об) та діоксиду вуглецю 99% (об). Застосування модифікованого абсорбенту знижує енергетичні витрати в 1.5...2 рази в порівнянні з використанням традиційної технології.

Питомі енерговитрати при виробництві біометану



Слід зазначити, що біометан є дуже поширеним паливом – в країнах ЄС існує 1023 великих біометанових заводів, щорічне виробництво біометану становить 3,6 млрд. куб.м. В країнах Скандинавії в газових трубопроводах налічується вже до 30% біометану.

Як автомобільне паливо біометан використовують в стисненому і рідкому вигляді. Перевагами і недоліками стисненого метану є низькі витрати на виробництво (0,3 кВт·год/кг), але з іншого боку – важкі товстостінні ємності

та підвищенні вимоги безпеки. Для рідкого метану - зручність перевезення, але відносно високі витрати на виробництво (1 кВт·год/кг).

Інститут газу має великий досвід – за технічним супроводом його спеціалістів було впроваджено систему заправок АГНКС. Створено першу в Україні дослідну установку зрідження метану за схемою дросельного циклу високого тиску. Застосоване комбіноване охолодження природного газу дроселюванням та холодильним агрегатом із застосуванням рекуперації. Установка призначена для малотонажного виробництва зрідженого метану з високою для такого класу (до 1,5 т/год) енергоефективністю (менше 1 кВт·год/кг). Промислові установки подібного класу призначені для використання на автозаправних комплексах.



Фрагмент дослідно-промислової установки зрідження метану (Інститут газу НАН України).

Розглянемо на конкретних прикладах майбутню модель виробництва та використання стисненого біометану в Україні. Найбільша в Україні біогазова установка розташована в м. Теофіполь потужністю 15,6 МВт електричних, або 6 тис. м³ біогазу/годину (<https://saf.org.ua/projects/1117/>). Загальний обсяг інвестицій – 40 мільйонів Євро. Зараз вона виробляє електроенергію, але при встановленні установки розділення біогазу подібний комплекс може виробляти близько 30 млн. м³ біометану на рік.

Установка виділення біометану, виробник – фінська компанія ВКР Biogas продуктивністю 120 куб. м за годину (<https://www.metener.fi/wp-content/uploads/2018/02/Upgrading-leaflet-1.pdf>). Споживання електроенергії складає 0,35-0,40 кВт·год на куб. м сирого біогазу. Ефективність видалення CO₂ складає 95-98%.

Кінцевий споживач – ДП «УКРАВТОГАЗ» Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України» (<http://ukravtogaz.com/>). Наявні потужності газових заправних станцій дозволяють обслуговувати від 0,5 до 1 млн. авто, використовувати до 1 млрд. м³/рік метану, що становить 10% від всього ринку автомобільних палив.

Таким чином, в Україні вже сьогодні може бути створений пілотний ланцюжок виробництва та заправки автомобілів стисненим біометаном. Застосування в подальшому вітчизняних енергоефективних технологій одержання біогазу та біометану дозволить створити конкурентоздатну вертикально структуровану галузь автомобільного газового палива.

Дуже велику перспективу на майбутнє має водень. Але для його реального використання потрібно ще створити цілу низку умов і технологій, і в цьому вбачається велика роль саме української науки. Необхідні інфраструктура виробництва, транспортування та зберігання водню, водневі автомобілі, заправні станції. На сьогодні Інститути НАН України розвивають технології парової каталітичної конверсії метану, фотоелектрокаталітичного розкладу води, термохімічних перетворень, паливні комірки, водневе зброджування харчових відходів, тощо.

Для прикладу щодо практичного використання візьмемо Toyota Mirai – водневий гібридний автомобіль. Станом на кінець 2019 року продаж сягнув 10 250 одиниць. У вересні 2021 року в Україні зареєстрували дві вживані машини Toyota Mirai, проте в Україні немає навіть водневих заправок (<https://biz.liga.net/ua/all/avto/article/iz-othodov-tolko-voda-liga-protestovala-pervye-avtomobili-na-vodorode-v-ukraine>).

В Інституті газу в рамках співробітництва консорціуму «Гідроген» ведуться дослідження щодо використання водню та воденьмістких газових сумішей. Доведено використання сумішей з концентрацією водню до 50%. Також проведено дослідження впливу водню на матеріал поліетиленових труб, герметичності матеріалів та з'єднань низького та середнього тиску. Створено відповідні експериментальні стенди.



Спалювання суміші водню з природним газом

Серед альтернативних рідких палив розглянемо біоетанол, біодизель, та синтетичне паливо. 2017 року основними виробниками біоетанолу в світі були США (36,9 млн. тонн) та Бразилія (18,5 млн. тонн), при цьому загальне світове виробництво склало 84,1 млн тонн. В Україні налічується близько 20 виробників біоетанолу (сумарна потужність становить 300 тис. т/рік), водночас діючими є 8 підприємств (потужність – 128 тис. т/рік). Фактичне ж виробництво біоетанолу у 2017 р. склало 47,01 тис. т нафтового еквіваленту. Виробництво біодизельного палива зовсім не було зафіксовано. Потенціал України по біодизелю складає (якщо взяти кількість експорту сировини - ріпак, соя і технічна олія) 2 млн т на рік, що є еквівалентом 20% імпортованого дизелю (<https://uabio.org/liquid-biofuels/>).

Високотехнологічним продуктом є синтетичне паливо. Історично даний продукт виробляли країни, імпорт нафтопродуктів яким було фізично обмежено. Наведемо в якості прикладу проект, розроблений харківським ДП «Гіпрококс» (<https://giprokoks.com/processing>). Проект передбачає будівництво нових шахт у Львівській області, газифікацію вугілля, вилучення вуглекислоти, виробництво бензину та/або діметилефіру. В якості сировини також можуть бути використанні буре вугілля, відходи деревини, побутові відходи. Потужність по сировині, що переробляється – до 6,0 млн.тонн на рік кам'яного вугілля. Термін від початку проектування до завершення пуско-налагоджувальних робіт по першій черги проекту – 54 місяці. Заплановано виробництво 700 тис. т бензину та 1 млн. т ДМЕ. Капітальні вкладення складають 4,6 млрд. доларів США. Планується участь Інституту газу в частині вилучення CO₂, як складової декарбонізації проекту в цілому.

Резюме.

1. В установах НАН України створено цілу низку технологічних рішень, які дозволяють збільшити виробництво альтернативних автомобільних палив та замінити значну частину імпорту пального.

2. Досвід промислової переробки звалищного біогазу та технологічної підтримки розвитку системи АГНКС в Україні потрібно використати у створенні вітчизняного виробництва автомобільного біометана потужністю 1,2 млрд. куб. м на рік, що еквівалентно 1 млрд. л бензину.

3. Це дозволить відновити повноцінне функціонування мережі заправних станцій на 0,5 млн. авто та сприяти декарбонізації транспортної галузі.

4. Створені технології газифікації вуглецевої сировини, гетерогенно-каталітичного перетворення продуктів газифікації вугілля в синтетичне паливо, амінової абсорбції вуглекислого газу можуть забезпечити додаткову кількість автомобільного палива – до 2,3 млрд. л на рік.

5. Необхідне продовження досліджень та зміцнення експериментальної бази для розробки ефективних технологій одержання альтернативних автомобільних палив.