

4. Антонов А.В. Наукові основи розроблення екологічно прийнятних вогнегасних речовин та технологій їх застосування. Екологічна безпека та технології захисту довкілля. 2019. № 1. С. 88 - 103.

5. И.Ф. Дадашов, В.М. Лобойченко, В.М. Стрелец, М.А. Гурбанова, Ф.М. Гаджизаде, А.И. Морозов. Об экологических характеристиках огнетушащих веществ, используемых при тушении нефти и нефтепродуктов. SOCAR Proceedings. 2020. Выпуск 1. С. 79 – 84.

6. Гурбанова, М. А., Лобойченко, В. М., Шевченко, Р. И., Дадашов, И. Ф. Анализ экологических характеристик основных органических компонентов пенообразователей, используемых в пожаротушении. Technogenic and ecological safety. 2020. 7(1/2020), С. 27 – 37. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3780065>.

## **ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ БІОМЕТАНУ**

*Доповідач – Гуслєва А.О., ст.,  
Науковий керівник – Аблєєва І. Ю., к.т.н.,  
Сумський державний університет, Україна  
[i.ableyeva@ecolog.sumdu.edu.ua](mailto:i.ableyeva@ecolog.sumdu.edu.ua)*

Однією з найбільш актуальних екологічних проблем сьогодення є зміна клімату та погіршення якості повітря. Збільшення кількості автомобілів провокує зростання об'ємів викидів парникових газів та зменшення обсягів викопних видів палива. За даними Європейської статистики (2016 р.), на частку транспортного сектора припадає 51 % від загального обсягу використання нафти, що позначається на значному внеску у викиди парникових газів (ПГ). Наприклад, на транспортний сектор в Європі в 2014 році припадало 23 % від загального обсягу викидів ПГ в Європі.

На сьогодні, поступово розвивається такий напрям відновлюваної енергетики як виробництво біогазу. Передбачається, що споживання біогазу дозволяє зазвичай знизити на 50 % викиди ПГ у порівнянні з викопним паливом. Транспортний сектор повинен пережити глибоку трансформацію у наступні десятиліття. Природний газ і особливо поновлюваний газ – це конкретна відповідь на ці виклики: це допомагає прискорити модель циркулярної економіки, де стійку біомасу переробляють та перетворюють на чисте транспортне паливо. Відновлюваний газ – результат місцевого виробництва палива, який підтримує місцеву економіку та зайнятість.

Створення двигунів автотранспортних засобів, що працюють на газі з низькою теплою згоряння, як у біогазу, представляє труднощі. Тому доцільніше використовувати не біогаз, а одержуваний з нього біометан. Для цього з біогазу виділяють CO<sub>2</sub> і інші домішки. Одержуваний газ має однорідну сполуку, що

містить 90–97 %  $\text{CH}_4$  з теплою згоряння 35–40 МДж/м<sup>3</sup>. Є цілий ряд інших факторів, що сприяють переходу дедалі більшої кількості великовантажного транспорту на стиснений біометан (наприклад, збільшується термін служби свічок запалювання на 40 %, збільшується термін служби двигуна і моторного масла в 2 рази та ін.). На сьогоднішній день біометан виробляють переважно шляхом очистки та збагачення біогазу, що виробляється біохімічними методами з різних видів органічної сировини.

Для очистки біогазу до біометану використовують різні технології. Найбільш розповсюджена технологія водяного скрубера, а також адсорбція при змінному тиску (АЗТ) та використання хімічного скрубера. При спалюванні біогазу в газопоршневих двигунах існують певні вимоги до вмісту  $\text{H}_2\text{S}$  (зазвичай не більше 200 ppm) та силіоксанів, а також до надмірного вмісту вологи (не допускається утворення конденсату).

До теперішнього часу широке застосування в області очищення біогазу знайшли: фізична абсорбція водою і розчинами моноетаноламіну (МЕА); хемосорбція на водних розчинах  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; адсорбція на оксидах алюмінію і цеолітах. Кожен з методів має свої сильні та слабкі сторони.

Метод очищення біогазу до біометану шляхом розчинення супутніх газів у воді – один з найбільш поширених на сьогоднішній день. Біогаз при цьому барботує в колоні назустріч потоку холодної води. У другій колоні ця вода нагрівається, і розчинені гази видаляються і збираються для подальшої утилізації. Вода знову охолоджується і подається в першу колону. Цей метод застосовують тільки для великих об'ємів біогазу, так як в ході очищення у воді накопичуються розчинені сульфатна та карбонатна кислоти, які можуть викликати корозію обладнання і трубопроводів. До того ж вода є хорошим поглиначем метану, що призводить до втрат горючої частини біогазу. Якщо розірвати цикл і здійснити процес за відкритою схемою, то виникає проблема великої витрати холодної води, що призводить до значних експлуатаційних витрат. Крім того, у воді розчиняється не тільки діоксид вуглецю, але також сірководень і аміак. Така вода за екологічними нормами вже не може бути просто утилізована, а повинна пройти знезараження.

Основною перешкодою для обох методів є необхідність подавати біогаз для барботування під великим тиском. Для створення більшого тиску біогазу, ніж тиск води на дні колони, потрібен компресор, що відповідає вимогам вибухозахищеності і не допускає витоків біогазу.

Альтернативою до водної абсорбції є хемосорбція на водних розчинах етаноламінів (ЕА, МЕА, МДЕА). На цей час спостерігається тенденція до використання більш ефективних абсорбентів на основі метилдіетаноламіну (МДЕА). МДЕА має суттєві переваги за багатьма показниками в порівнянні з іншими абсорбційними способами очищення:

– менший тиск насичених парів (24 Па за температури 60 °С) й істотно більш висока температура кипіння (247–170 °С за тиску 0,1013 МПа) призводять до значно менших втрат абсорбенту під час його регенерації;

– менша теплота хімічної реакції з CO<sub>2</sub> дає помітну економію теплоти на регенерацію розчину за рахунок меншої теплоти десорбції;

– менші витрати циркулюючого розчину абсорбенту через збільшення ступеня насичення МДЕА дозволяють знизити витрати електроенергії на циркуляційні насоси системи;

– менша корозійна активність дає можливість використовувати більш концентровані розчини без застосування антикорозійних добавок.

Одним з перспективних методів очищення біогазу є штучно синтезовані цеоліти (пермутити), які в даний час стали доступними за ціною і якістю. Вони приходять на зміну активованому вугіллю і оксиду алюмінію як адсорбентів. Цеоліти проявляють відсутність каталітичної активності, володіють хімічною інертністю до діоксиду вуглецю, достатньою механічною міцністю, лінійністю ізотерми адсорбції.

Отже, технології отримання біометану існують та розвиваються і удосконалюються далі з кожним роком. Одержання та використання біометану як автомобільного палива значно покращує екологічну ситуацію в світі як в плані викидів, так і зі сторони надмірної кількості будь-яких відходів. Також виробництво біометану позитивно впливає на економіку, особливо на місцевому та регіональному рівні.

## **ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПК НА СЕРЦЕВО-СУДИННУ СИСТЕМУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ**

*Доповідач – Гуца А.А., ст.,*

*Науковий керівник – Хондак І.І., ст. викл.,*

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна*

*anastasiia.hushcha@nure.ua*

У час активної урбанізації інформатизація все більше визначає розвиток суспільства та економіки держави. Інтенсивне використання електромагнітної та електричної енергії в сучасному інформаційному суспільстві призвело до того, що в останній третині ХХ століття виник і сформувався новий значущий фактор забруднення навколишнього середовища – підвищений рівень електромагнітного випромінювання.