

ЗАГАЛЬНА ПРАКТИКА РОЗРАХУНКУ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ  
ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ HFC

Козаченко І. С., інженер ТОВ «НІО «Холод», e-mail: [ilya.s.kozachenko@gmail.com](mailto:ilya.s.kozachenko@gmail.com)

Желіба Ю. О., к.т.н., доц., e-mail: [yuriy@nio-holod.com.ua](mailto:yuriy@nio-holod.com.ua)

Книш С. В., Одеський національний технологічний університет,

Желіба Т. О., НУ «Одеська політехніка»

**Актуальність дослідження.** 12 грудня 2019 року Верховна Рада України прийняла Закон про моніторинг, звітність та верифікацію (MRV) в рамках імплементації європейських стандартів моніторингу викидів парникових газів (GHG / ПГ) [1], який набрав чинності 1 січня 2021 року. Цей Закон є передумовою для запровадження Європейської системи торгівлі викидами (ETS).

Очікується, що заходи, запроваджені Законом про MRV, стосуватимуться викидів ПГ у ключових видах діяльності, зазначених у Директиві 2003/87/ЄС (13 жовтня 2003 р.), яка встановила схему торгівлі квотами на викиди ПГ у Європейському Співтоваристві. Ці види діяльності включають енергетику (спалювання палива, нафтопереробку), виробництво та обробку чорних металів (виплавлення металевих руд, виробництво чавуну та сталі) та мінеральну промисловість (виробництво цементу, скляних та керамічних виробів) і т.д.

**Основні матеріали досліджень.** Ключові види діяльності, зазначені в Постанові Уряду №880 [2], предмети моніторингу ПГ не включають холодильні системи та СКП, але ініціатива «GHG Protocol», ISO/TR 14069:2013, ISO 14064-1:2018, містить чіткі шаблони для розрахунку викидів HFC і PFC від виробництва, встановлення, експлуатації та утилізації холодильного обладнання та обладнання для кондиціонування повітря. Крім того, кількість парникових газів, яка описана в процедурі моніторингу та звітності про викиди, може бути досягнута промисловими хладоновими системами охолодження. Питання часу, коли профільні організації в Україні включити HFC та PFC холодильні системи до сфери застосування документів MRV. Тому холодильна галузь повинна бути готова оцінити та знайти спосіб скорочення власних викидів ПГ. Метою цієї доповіді є порівняння двох широко використовуваних холодоагентів і використання методології «GHG Protocol», який є «золотим стандартом» оцінки викидів ПГ.

«GHG Protocol» про парникові гази - це багатостороннє партнерство компаній, неурядових організацій (NGOs / НУО), урядів та інших осіб, скликане Інститутом світових ресурсів (WRI) і Всесвітньою діловою радою зі сталого розвитку (WBCSD).

У цій ініціативі два окремих стандарти:

- *Стандарт кількісної оцінки GHG (посібник, спрямований на кількісну оцінку скорочень від проєктів зі зменшення викидів парникових газів);*
- *Корпоративний стандарт бухгалтерського обліку та звітності (корпоративний стандарт протоколу GHG).*

Щоб кількісно визначити викиди парникових газів і звітувати про них, Корпоративний стандарт бухгалтерського обліку та звітності GHG Protocol містить покроковий посібник, який класифікує викиди за категоріями:

- score 1, який стосується прямих викидів із джерел, що контролюються;
- score 2 викидів, тобто непрямих викидів від виробництва придбаної енергії;
- score 3 викидів, включаючи всі непрямі викиди, які не включені до обсягу score 2.

Факторів, включених до score 1 і score 2, достатньо для оцінки викидів парникових газів холодильними системами та СКП. Оцінка прямих викидів гідрофторвуглецю (HFC/ГФУ) і перфторвуглецю (PFC/ПФУ) парникових газів у результаті виробництва, обслуговування та утилізації холодильного обладнання та обладнання для кондиціонування повітря, за що відповідає Score 1, була виконана відповідно до інструменту HFC протоколу GHG (версія 1.0) [3] і вказівок Посібника з розрахункових таблиць (січень 2005) [4].

Оскільки метою оцінки є дослідження об'єкта, а дані щодо конкретної організації недоступні, то в якості підходу було обрано лист 3 документу: «Викиди ГФУ та ПФУ від холодильного обладнання: метод скринінгу на основі підходу на основі коефіцієнта викидів».

Підхід розрахунку складається з трьох етапів:

*Крок 1:* річні викиди HFC і PFC від встановлення холодильного обладнання;

*Крок 2:* річні викиди HFC і PFC від роботи холодильного обладнання;

*Крок 3:* річні викиди HFC і PFC від утилізації холодильного обладнання;

*Крок 4:* Сума перших 3 кроків.

Score 2 надає рекомендації щодо викидів CO<sub>2</sub> в еквіваленті від споживання електроенергії холодильними системами. За відкритими даними [5, 6] кількість викидів CO<sub>2</sub> на одиницю енергії в Україні оцінюється як 0,22 кгCO<sub>2</sub>eq /кВт·год.

Викиди CO<sub>2</sub>eq можна узагальнити так:

$$E = EC \times OE/CF,$$

де: E – викиди від холодильного обладнання/кондиціонера в тоннах еквівалента двоокису вуглецю, тCO<sub>2</sub>екв / рік;

EC – річне споживання електроенергії, кВт\*год;

EF – еквівалентний коефіцієнт викидів CO<sub>2</sub> для України, 0,22 кгCO<sub>2</sub>екв /кВт·год [5, 6];

CF - коефіцієнт перерахунку тонн із кілограмів = 1 тонна/1000 кг.

Загальні річні еквівалентні викиди CO<sub>2</sub> від холодильної системи визначаються як сума річних чистих викидів HFC і PFC та річних еквівалентних викидів CO<sub>2</sub> від споживання електроенергії:

$$ET = E + EN,$$

де: ET – загальні річні еквівалентні викиди CO<sub>2</sub> від системи охолодження, тCO<sub>2</sub>екв;

E – викиди від холодильного обладнання/кондиціонера в тоннах еквівалента двоокису вуглецю, тCO<sub>2</sub>екв / рік ;

EN – річні чисті викиди ГФУ та ПФУ.

**Висновок.** За висвітленою методикою проведено розрахунки викидів ПГ робочих речовин холодильних систем та СКП різної потужності, результати яких подані в доповіді.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» Документ 377-IX від 12.12.2019

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2020 р. № 880 «Про затвердження переліку видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації»

3. GHG Protocol HFC Tool (Version 1.0). Calculating HFC and PFC Emissions from the Manufacturing, Installation, Operation and Disposal of Refrigeration & Air-conditioning Equipment (Version 1.0) Guide to calculation worksheets (January 2005);

4. Calculating HFC and PFC Emissions from the Manufacturing, Servicing, and/or Disposal of Refrigeration and Air-Conditioning Equipment Calculation Worksheets (Version 1.0) Worksheet 3- Screening Method for HFC and PFC Emissions from Refrigeration/AC Equipment: Emission Factor Based Approach;

5. Our World in Data. Ukraine: Carbon intensity: how much carbon does it emit per unit of energy. <https://ourworldindata.org/co2/country/ukraine?country=UKR#carbon-intensity-how-much-carbon-does-it-emit-per-unit-of-energy> .

6. Electricity Maps <https://app.electricitymaps.com/map>.

7. Kozachenko I.S., Zheliba Yu.O., Knysh S.V. Common practices of calculation of greenhouse gases emissions for HFC and NH<sub>3</sub> refrigeration systems // Збірник тез доповідей XIV Всеукраїнської науково-технічної конференції. Сучасні проблеми холодильної техніки та технології 21-22 вересня 2023 року Одеса: ОНТУ, 2023. С.103- 106.