

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Методика розрахунків викидів парникових газів в окремих секторах
економіки

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання індивідуальної роботи

для спеціальностей

263 «Цивільна безпека»

III освітній рівень підготовки (доктор філософії)

101 «Екологія»

III освітній рівень підготовки (доктор філософії)

Київ — 2021 р.

УДК

Укладачі:

О.С. Волошкіна, д-р. тех. наук, проф.,

О.Г. Жукова, к. тех. наук, доц.

А.В. Гончаренко, аспірант

Д. І. Маршалл, аспірант

А.В.Ковальова, аспірант

Рецензент: В.В. Трофімович, професор

Відповідальний за випуск О.С. Волошкіна, д-р. тех. наук, професор.

Затверджено на засіданні кафедри охорони праці і навколишнього середовища, протокол № 9, від 18 травня 2021 р.

Містять зміст, порядок оформлення і вказівки до виконання окремих розділів роботи.

Призначено для здобувачів III рівня спеціальностей 263 «Цивільна безпека» (охорона праці) та 101 «Екологія»

Зміст

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.Оцінка викидів парникових газів при виробництві цементного клінкеру	4
2.Викиди парникових газів при очистці осадів стічних вод.....	6
3.Методика розрахунку викидів парникових газів від біопалива та біопаливних рідин, які використовуються в транспортному секторі	11
Список використаної літератури.....	18

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Індивідуальна робота виконується здобувачами III рівня освіти спеціальностей 263 «Цивільна безпека (охорона праці)» та 101 «Екологія» відповідно до програми навчання з метою набуття ними практичного досвіду по обробці моніторингових даних та розрахунку викидів парникових газів в атмосферне повітря по виду діяльності установок та очисних споруд, а також від виробництва біопалива з рослинної сировини. В подальшому ця інформація буде застосовуватися для розрахунків ризиків щодо здоров'я робітників на цих підприємствах при нових умовах виробництва. Виконання роботи сприяє вмінню робити оцінку з прогнозу викидів парникових газів на виробництві цементного клінкеру та застосовувати отримані результати при впровадженні новітніх технологічних методів в будівельній галузі для захисту довкілля та робітників на виробництві. Друга частина практичної роботи стосується оцінки викидів парникових газів на комунальних очисних спорудах, в тому числі при їх реконструкції. Здобувач III рівня освіти по вищезазначеним спеціальностям повинен вміти оцінити відсоток зменшення викидів парникових газів водоочисних споруд та вибрати вірне технологічне рішення на стадії проектування та реконструкції. Для спеціальності 263 (III рівень, доктор філософії) майбутній фахівець з охорони праці та цивільної безпеки повинен ще додатково охарактеризувати зміну умов праці при зміні технологічного процесу у виробництві. Третя частина роботи присвячена методиці розрахунку викидів парникових газів від біопалива та біопаливних рідин, які використовуються в транспортному секторі. Здобувачі III рівня освіти за вказаними спеціальностями повинні охарактеризувати вплив транспортних викидів на здоров'я населення згідно діючих нормативних документів та порівняти його з впливом на здоров'я робітників автотранспортної галузі з викидами від традиційних

автомобільних двигунів, які працюють на дизельному паливі.

Здобувачі III рівня за вказаними спеціальностями повинні показати здатність творчо удосконалювати систему управління науково-технічними проектами на засадах науково обґрунтованої організації праці та актуальної інформації щодо сучасного стану, тенденцій розвитку, проблематики та наукової думки у сфері безпеки та гігієни виробничих процесів та цивільної безпеки, а також здатність до інтелектуальної творчої діяльності, спрямованої на одержання нових знань та (або) пошук шляхів їх застосування в галузі екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування.

Індивідуальне завдання виконують у вигляді розрахунково-пояснювальної записки, з окремими графічними фрагментами

1. Оцінка викидів парникових газів при виробництві цементного клінкеру

Будівельна галузь стає одним із найвпливовіших факторів на навколишнє середовище з позицій енергоємності та викидів парникових газів, а бетон - це найбільш широко використовуваний штучний матеріал, який існує. Він займає друге місце після води як найбільш споживаного ресурсу на планеті. Як один з основних компонентів бетону, цемент —точніше процес його виготовлення — робить значний внесок у зміну клімату. В умовах зростання глобальної чисельності населення, урбанізацією, потребами розвитку інфраструктури, попит на цемент. Буде зростати. Виробництво цементу до 2050 р. має зрости на 12-23% від поточного рівня в світі, тому є необхідність дослідження впливу цементного виробництва на довкілля з точки зору викидів ПГ.

При виробництві цементу маємо наступні потенційні джерела прямих викидів CO₂:

1). Використання сировини:

- кальцинація карбонатів, що містяться в сировині, при виробництві клінкеру;
- спалювання органічного вуглецю, що містяться в сировині, під час кальцинації карбонатів.

2). Спалювання палива для печей, пов'язаних з виробництвом клінкеру:

- спалювання традиційного викопного палива для печі;
- спалювання альтернативного палива та сировини для печі і змішаних видів палива з вмістом біогенного вуглецю;
- спалювання палива з біомаси та біопалива (зокрема відходів біомаси).

3). Спалювання палива, не призначеного для печей:

- спалювання традиційного викопного палива;
- спалювання альтернативних видів палива і змішаних видів палива з вмістом біогенного вуглецю;

- спалювання палива з біомаси та біопалива (зокрема відходів біомаси).\

Викиди CO₂ при виробництві клінкеру визначаються як:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ВикСО}_2\text{Клінкер} + \text{ВикСО}_2\text{Пил} + \text{ВикСО}_2\text{ОргВуглець} \quad (1)$$

де:

ВикСО₂ - Викиди CO₂ при виробництві клінкеру, т;

ВикСО₂Клінкер - Викиди CO₂ від кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у клінкер,т;

ВикСО₂Пил - Викиди CO₂ від часткової або повної кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у пил обертової печі або пил байпасу,т;

ВикСО₂ОргВуглець - Викиди CO₂ від спалювання органічного вуглецю, що міститься в сировині, під час кальцинації карбонатів,т.

Скорочення викидів парникових газів часто досягається часто шляхом переходу з мокрого, традиційного, на сухий спосіб виробництва цементу. Сухий процес не включає змішування води із сировинним матеріалом. Натомість, сировинні матеріали повинні мати низький вміст вологи. Оскільки в процесі немає води, випаровування води зі шламу не потрібне.

Для прикладу, на рис. 1 та рис2 представлено технологічні схеми мокрого та сухого виробництва цементного клінкеру на прикладі реконструкції ВАТ «Івано-Франківський Цемент»

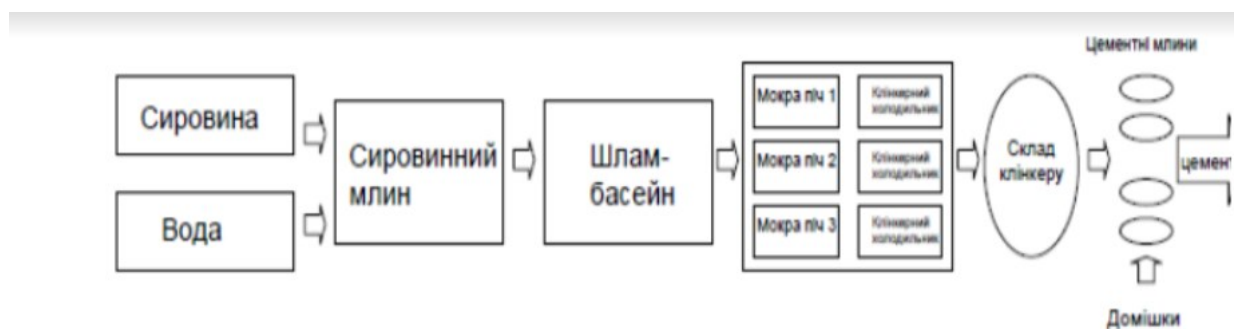


Рис.1: Мокрий спосіб виробництва цементу на ВАТ «Івано-Франківський Цемент»

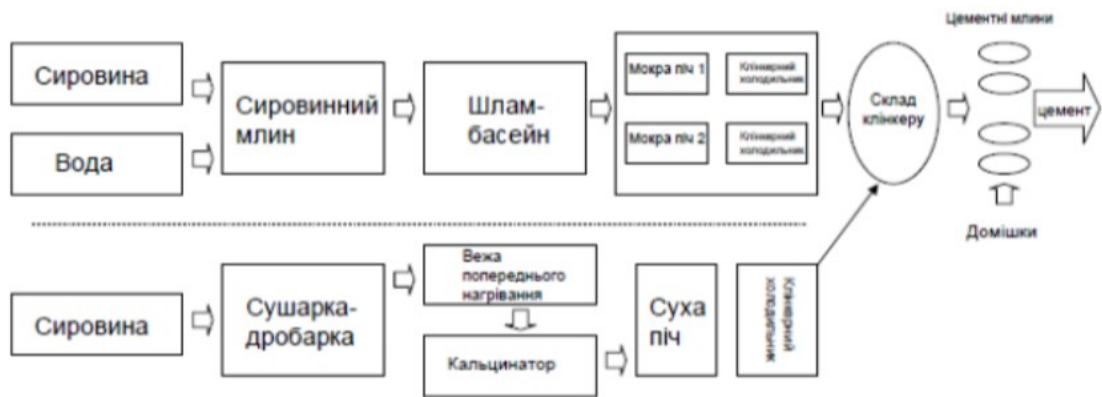


Рис.2: Сухий спосіб виробництва цементу на ВАТ «Івано-Франківський Цемент» після реконструкції

Схема на рис.2, яка впроваджений за проектом, значною мірою скорочує рівень споживання енергії, у порівнянні з мокрою піччю, і, таким чином, скорочує викиди CO₂, пов'язані зі спалювання палива.

При мокрому способі в присутності води полегшується здрибнювання матеріалів, простіше досягається однорідність суміші, надійніше і зручніше транспортування шламу, кращі санітарно-гігієнічні умови праці. Але при цьому витрата тепла на випал суміші збільшується на 30-40%, ніж при сухому способі, необхідна значно більша робоча ємкість печі, тому що в ній випаровується вода зі шламу [1,2,3,4].

Завдання по 1 розділу:

1. Порівнювати технології виготовлення цементу за мокрим і сухим методом, оцінити переваги та недоліки кожного з способів виробництва
2. На основі Методичних рекомендацій по викидах парникових газів при виробництві цементного клінкеру [4]. підрахувати викиди ПГ при переході з традиційної мокрої технології виробництва цементу на сухий спосіб та проаналізувати їх скорочення після реконструкції
3. Для спеціальності 263 (III рівень, доктор філософії) охарактеризувати зміну умов праці при зміні технологічного процесу у виробництві.

2. Викиди парникових газів при очистці осадів стічних вод

Даний розділ роботи стосується підрахунку викидів парникових газів від роботи комунальних очисних споруд, зокрема CH_4 , що, в першу чергу залежить від системи очистки, кількості органічних матеріалів в стічній воді, які розкладаються, температурних умов.

Стандартними параметрами, які використовуються для визначення кількості органічної речовини в стічних водах є:

- 1) біохімічна потреба в кисні (БСК): кількість вуглецю, який є аеробно біорозкладаємий;
- 2) хімічна потреба в кисні (ХПК): загальний органічний матеріал для хімічного окислення.

Оцінки викидів CH_4 зазвичай відбувається за трьома методами []:

- - Метод 1 Рівня для визначення коефіцієнта викидів і параметрів діяльності використовує дані за замовчуванням
- - Метод 2 Рівня передбачає використання коефіцієнтів викидів і даних про діяльність споруд (до умов України)
- - Метод 3 рівня для країн, що володіють достатніми даними і сучасними методиками.

CH_4 , який утворюється може бути рекуперований або спалений в факелах або енергетичній установці.

При підрахунку викидів парникового газу спалювання в факелах сжигание в факелах та поновлення з метою виділення енергії треба відрахувати від загального об'єму викидів.

Загальна формула для підрахунку викидів метану з побутових стічних вод має вигляд (згідно рекомендаціям IPCC []):

$$\text{CH}_4 = [\sum (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j)] \cdot (\text{TOW} - S) - R \quad (2)$$

CH₄ – викиди в підрахунковий рік, кг/рік;

TOW – загальна кількість органічних речовин в стічній воді в розрахунковий рік, БСК кг/рік;

S – кількість органічного компоненту, який може бути вилучений з осаду в розрахунковий рік БСК кг/рік;

U_i – класи населення по групах доходу і в розрахунковий рік;

T_{ij} – ступінь застосування систем очистки/скиду, j – показник класу населення в групі доходу в розрахунковий рік; i – група населення по розмірам доходу (сільське, міське населення з високим або низьким доходом);

EF_i – коефіцієнт викидів CH₄/кгБСК;

R – кількість рекуперованого CH₄ в розрахунковий рік, CH₄ кг/рік.

Величина TOW дає уявлення про роботу даної категорії джерел скиду.

$$TOW = P \cdot BOD \cdot 0,001 \cdot I \cdot 365 \quad (3)$$

P – кількість населення в розрахунковий рік(осіб);

BOD конкретний для кожної країни показник БСК на душу населення за розрахунковий рік, г/особа/день;

0,001 – перевод з грамів БСК в кілограми БСК;

I – поправочний коефіцієнт для додаткових промислових викидів в каналізаційні колектори (для зібраної кількості значення за замовчуванням складає 1,25; для незібраного – 1,0)

Коефіцієнт викидів для кожного шляху або системи очистки/скиду побутових стічних вод :

$$EF_j = V_o \cdot MCF_j \quad (4)$$

j – шлях або система очистки/скиду

V_o – максимальна спроможність утворення CH₄ / кгБСК;

MCF_j – коефіцієнт поправки для метану, що вказує на ступінь, згідно якої система є анаеробною.

В [] представлена методика розрахунку викидів парникових газів від осадів стічних вод промислових підприємств.

Завдання по 2 розділу:

1. Ознайомитися з існуючими рекомендаціями щодо розрахунку викидів парникових газів при очистці осадів стічних, як комунальних, так і промислових очисних споруд. Проаналізувати можливі шляхи їх скорочення при зміні технологій очистки.
2. Для спеціальності 263 (III рівень, доктор філософії) охарактеризувати зміну умов праці при зміні технологічного процесу очистки.

3. Методика розрахунку викидів парникових газів від біопалива та біопаливних рідин, які використовуються в транспортному секторі

При розрахунках викидів парникових газів при виробництві біопалива та біопаливних рідин, необхідно враховувати критерії сталості. Головні екологічні та соціальні критерії представлені в таблицях 1 і 2

Табл.1 Головні екологічні критерії

Тип критерію	Критерій сталості	Індикатори критерію
Екологічний	Скорочення викидів ПГ	Скорочення викидів CO ₂ порівняно до джерел викопного палива
	Збереження територій з високим рівнем біорізноманіття	Збереження територій з високим рівнем біорізноманіття, збереження рідкісних та зникаючих видів
	Збереження запасів вуглецю	Збереження запасів вуглецю над та під землею
	Збереження ґрунтів	Використання найкращих практик для підтримання та покращення якості ґрунтів
	Стале використання води	Використання найкращих практик для зменшення використання та покращення якості води (підземні та поверхневі води)
	Якість повітря	Заборона застосовувати спалювання (розчищення землі, утилізація відходів), попередження розпилювання агрохімікатів. Зауважте: питання якості повітря є важливим для сільськогосподарського виробництва і менш важливі для заготівлі лісової сировини.

Табл.2 Головні соціальні критерії

Тип критерію	Критерій сталості	Індикатори критерію
Соціальні	Права працівників та робочі відносини	Заборона використовувати дитячу робочу силу та примусову працю. Свобода об'єднання в асоціації; жодної дискримінації/рівні права; здоров'я і безпека (стосується всіх працівників).
	Земельні права та суспільні відносини	Питання забезпечення земельних прав. Консультації з місцевими зацікавленими сторонами
	Локальна продовольча безпека	Оцінка та зменшення негативного впливу виробництва біомаси на продовольчу безпеку на місцевому рівні.
	Більш широкі питання розвитку	Включаючи: створення нових робочих місць. Можливість володіння акціями, право власності на місцевому рівні, спільні підприємства та партнерства з місцевими громадами. Соціальні переваги для місцевих громад такі як будівництво та обслуговування клінік, будинків, лікарень та шкіл. Використання біоенергетики місцевого виробництва, щоб забезпечити сучасні енергетичні послуги для місцевих громад.

Обов'язковими критеріями стабільності (сталості) є наступні: - біопалива мають гарантувати скорочення викидів парникових газів. Нові установки, введені в дію з січня 2008 року, що виробляють біопаливо для транспорту, електроенергії, опалення чи охолодження, мають забезпечувати 35% скорочення викидів парникових газів у порівнянні з використанням звичайного викопного палива. Цей показник зростає до 50% у 2017 році та до 60% з 2018 року. Відповідні методології підрахунку, а також стандартні

значення скорочення викидів для різних типів виробництва, наведені в ДВДЕ [6]. Наприклад, для біодизелю з ріпаку, таке стандартне значення складає 38%, отже мінімальні вимоги щодо 35% виконуються, однак з 2017 року – не відповідають вимогам щодо 50%. - заборона виробництва сировини на територіях, які є цінними з точки зору збереження біорізноманіття (заповідні території, праліси), на територіях під торфовищами, на територіях, що є важливими накопичувачами вуглецю (водно-болотні угіддя, лісисті території). Відповідно до ДВДЕ виробники не можуть змінювати цільове призначення земель, що (у/або починаючи з січня 2008 року) підпадають під одну з цих категорій; - забезпечення вимог щодо належних умов праці та прав людини.

Скорочення викидів парникових газів розраховують шляхом порівняння викидів впродовж життєвого циклу біопалива та біорідин з викидами впродовж життєвого циклу викопного палива, яке воно замінює. Діаграма щодо оцінки життєвого циклу викидів ПГ від біопалива наведена на рис. 3.



Рис.3 Оцінка життєвого циклу викидів парникових газів привиробництві біопалива

Загальний принцип методології розрахунку обсягів скорочення викидів парникових газів наведено нижче (детальний опис міститься в частині С додатку V ДВДЕ [6].

Викиди парникових газів під час виробництва та використання транспортного палива, біопалива та біорідин, визначається за формулою (5):

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_u - e_{sca} - e_{scs} - e_{scr} - e_{ee} \quad (5)$$

де E - загальний обсяг викидів від використання палива;

e_{ec} - викиди в результаті видобування або вирощування сировини;

e_l – розраховані на річній основі викиди внаслідок змін у запасах вуглецю, спричинених змінами у використанні земель;

e_p - викиди внаслідок переробки; e_{td} - викиди внаслідок транспортування та розподілу;

e_u - викиди від палива застосовуваного;

e_{sca} – скорочення викидів спричинених накопиченням вуглецю в ґрунті, завдяки кращому сільськогосподарському управлінню;

e_{scs} - скорочення викидів спричинених уловлюванням та підземним зберіганням вуглецю;

e_{scr} - скорочення викидів спричинених уловлювання та заміною вуглецю;

e_{ee} - скорочення викидів спричинених надлишковим виробництвом електроенергії з когенерації.

Викиди від виробництва машин і устаткування, не враховуються..

Також враховуються методи додаткового скорочення викидів ПГ, а саме: накопичення вуглецю в землі, вловлювання та геологічне захоронення вуглецю, вловлювання та заміщення вуглецю, а також скорочення внаслідок виробництва електроенергії при когенерації

Викиди парникових газів в результаті використання палива (E) виражені у перерахунку на грами еквіваленту CO₂ на MJ палива (gCO₂eq/MJ).

Для призначеного для транспорту палива, виражені в gCO₂eq/MJ значення можуть бути скореговані для врахування відмінностей між паливом, що стосується ефективної продуктивності, вираженої в km/MJ. Однак, такі корегування можливі лише в разі доведення зазначених відмінностей.

Скорочення викидів парникових газів, що отримуються з біопалива та біопаливних рідин обчислюється відповідно до наступної формули:

$$\text{СКОРОЧЕННЯ}=(EF-EB)/EF \quad (6)$$

виходячи з того, що: EB - всього викидів від біопалива або біопаливних рідин, та EF - всього викидів від референтного викопного палива

Парниковим газам, як: CO₂, N₂O, CH₄ з метою обчислення еквівалентності CO₂ цим газам присвоюються наступні значення:

CO₂ - 1

N₂O - 296

CH₄ - 23

Викиди в результаті видобутку або вирощування сировини (ees) включають викиди від видобутку або власне процесу вирощування; від збору сировини, від відходів та втрат, а також від виробництва хімічних речовин, а також продукції, необхідної для видобутку або вирощування. Уловлювання CO₂ під час вирощування сировини не враховується. Належить віднімати сертифіковані скорочення викидів парникових газів, що виникають в результаті факельного спалювання на об'єктах видобутку

нафти у світі. За відсутності можливості використання реальних значень оцінка викидів внаслідок культивування може бути розробленою на основі середнього значення, обчисленого для географічних зон з меншою площею, ніж у тих, що беруться до розрахунку для обчислення значень за замовчуванням.

Розраховані на річній основі викиди внаслідок змін у запасах вуглецю, спричинених змінами у використанні земель (e_l) обчислюються шляхом поділу загального обсягу викидів таким чином, щоб порівну розподілити його на двадцять років. Для обчислення таких викидів використовується наступна формула:

$$e_l = (CSR - CSA) \times 3,664 \times 1/20 \times 1/P - E_b \quad (7)$$

де: e_l - Розраховані на річній основі викиди парникових газів внаслідок змін у запасах вуглецю, спричинених змінами у використанні земель (виражені в масі еквіваленту CO₂ на одиницю енергії, виробленої біопаливом),

CSR - Запаси вуглецю на одиницю площі, що відносяться до референтного застосування земель (що виражається в масі вуглецю на одиницю площі, враховуючи ґрунт і рослинність). Референтним господарським застосуванням земель є застосування земель в січні 2008 року або за двадцять років до отримання сировини, якщо мова йде про більш пізню дату.

CSA - Запаси вуглецю на одиницю площі, що відносяться до фактичного застосування земель (що виражається в масі вуглецю на одиницю площі, враховуючи ґрунт і рослинність). У випадку, коли вуглець накопичується протягом строку більше ніж один рік — CSA присвоюється значення запасу, попередньо підрахованого на одиницю площі через двадцять років або коли сільськогосподарські культури досягнуть зрілості, якщо останнє відбудеться раніше, ніж через 20 років.

P - продуктивність сільськогосподарських культур (що вимірюється в кількості енергії, що була вироблена біопаливом або біопаливною рідиною з розрахунку одиниця площі на рік),

eB - надбавка 29 gCO₂eq/MJ біопалива та біопаливних рідин, біомаса яких отримується з відновлених деградованих земель.

Більше детально методика розрахунку показників скорочень викидів ПГ в результаті використання біопалива розглянуто в ПРОЕКТ USAID "МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА РЕФОРМА В УКРАЇНІ" (MER), ЗВІТ про надання консультаційної підтримки в рамках проекту для Держенергоефективності щодо впровадження положень Директиви 2009/28/ЕС, а саме методики розрахунку скорочень викидів парникових газів в результаті використання біопалива та біопаливних рідин, 2015, - 179стр. http://saee.gov.ua/sites/default/files/USAID_SAEE_REPORT.pdf

Для розрахунку ees мають використовуватися наступні коефіцієнти викидів з Додатку 6 [6]:

Коефіцієнт викидів дизельного палива [кг CO₂/ л дизелю];

Коефіцієнт викидів виробництва добрив [кг CO₂/ кг добрив];

Коефіцієнт викидів для викидів добрив з полів [кг CO₂/ л добрив].

Прийнятний метод врахування викидів N₂O від ґрунтів є методика IPCC, яка включає прямі та непрямі викиди N₂O; коефіцієнт викидів змішаної місцевої електроенергії [кг CO₂/кВт год]

Всі дані викидів парникових газів рекомендується надавати у масових одиницях вимірювання відносно основного продукту відповідного етапу ЖЦ (наприклад, дизель [л]/ рапсове насіння [кг]).

Завдання по 3 розділу:

1. Ознайомитися детально з методикою розрахунку викидів парникових газів, яка представлена в [6] та на прикладі біопалива від окремої культури підрахувати викиди парникових газів на протязі життєвого циклу його виробництва.

2. Порівняти дані розрахунків парникових газів від біопалива та референтного викопного палива.

3. Порівняти значення канцерогенних та неканцерогенних ризиків для здоров'я населення та робітників автодорожньої служби при заміні традиційного палива (бензин та дизель) на більш екологічно чисте (біопаливо).

Список використаної літератури:

1. Загальне керівництво для установок, Керівний документ 1, версія від 16 липня 2012 р.
(https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/monitoring/docs/gd1_guidance_installations_en.pdf)
2. Стандарту обліку та звітності щодо викидів CO₂ та споживання енергії в цементній промисловості (Вер. 3.0, 2011.
(https://www.wbcscement.org/pdf/tf1_co2%20protocol%20v3.pdf)
3. ВАТ «ІФЦ», офіційний сайт <https://www.ifcem.if.ua/>
4. Методичне керівництво з оцінки викидів парникових газів по видах діяльності установок (проект) Електронний ресурс
https://www.scopus.com/results/authorNamesList.uri?sort=count-f&src=al&sid=64f1e8f203c78ec8cc84205dae165bbc&sot=al&sdt=al&sl=24&s=AUT_HLASTNAME%28Voloshkina%29&st1
5. Бизнес и климат. Мировой опыт компаний в деле снижения выбросов парниковых газов/ Грицевич И.Г., Кокорин А.О., Юлкин М.А.М.:ЮНЕП, WWF, 2005, -32с. wwf.ru/upload/iblock/ece/business.pdf
6. ПРОЕКТ USAID "МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА РЕФОРМА В У
7. КРАЇНІ" (МЕР), ЗВІТ про надання консультаційної підтримки в рамках проекту для Держенергоефективності щодо впровадження положень Директиви 2009/28/ЕС, а саме методики розрахунку скорочень викидів парникових газів в результаті використання біопалива та біопаливних рідин, 2015, - 179стр.
http://sae.gov.ua/sites/default/files/USAID_SAE_REPORT.pdf
8. Огляд світового досвіду зниження обсягів антропогенних викидів парникових газів на об'єктах енергетики/НТЦЕ НЕК «Укренерго», 2013 – 61с.
<https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/5.-Vykydy.pdf>
9. Наявні методики та інструменти розроблення й реалізації Планів дій для сталого енергетичного розвитку (ПДСЕР) Підсумковий звіт II: Методики та інструменти складання кадастрів викидів CO₂ у містах/Paolo Bertoldi, Damián Bornás Cayuela, Suvi Monni, Ronald Piers de Raveschoot/ 24с.
https://enfcities.org.ua/upload/files/22%20report_methodologies_and_tools_co2_inventory_ukr.pdf
10. Керівні принципи для національних інвентаризацій парникових газів МГЕЗК, 2006. Том 3: Промислові процеси і використання продуктів. Розділ 2.2 - Виробництво цементу. (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>)
11. Регламент Європейської Комісії (ЕУ) № 601/2012 від 21 червня 2012 р. з моніторингу та звітності викидів парникових газів відповідно до Директиви 2003/87/ЕС. (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32012R0601>)
12. Рішення Європейської Комісії (ЄС) № 2007/589 про встановлення керівних принципів щодо моніторингу та звітності про викиди парникових газів згідно з

Директивою 2003/87/EC. (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32007D0589>)

13. ДСТУ ISO 4219:2004 Якість повітря. Визначання газоподібних сірчистих сполук у навколишньому повітрі. Устаткування для відбирання проб (ISO 4219:1979, IDT).
14. ДСТУ ISO 4224:2008 Повітря атмосферне. Визначення оксиду вуглецю. Метод інфрачервоного розсіювання (ISO 4224:2000, IDT).
15. ДСТУ ISO 4225:2008. Якість повітря. Загальні положення. Словник термінів (ISO 4225:1994, IDT). ДСТУ ISO 4226:2008. Якість повітря. Загальні положення. Одиниці вимірювання (ISO 4226:2007, IDT).
16. ДСТУ ISO 6767:2008 Повітря атмосферне. Визначення масової концентрації діоксиду сірки. Метод з використанням тетрахлоромеркурату (ТХМ) та паразаніліну (ISO 6767:1990, IDT).
17. ДСТУ 2608-94. Аналізатори газів для контролю атмосфери. Загальні технічні вимоги та методи випробувань
18. ГОСТ 17.2.1.01-76. Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу.
19. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
20. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
21. ГОСТ 17.2.6.02-85. Охрана природы. Атмосфера. Газоанализаторы автоматические для контроля загрязнения атмосферы. Общие технические требования.
22. ГІД 34.02.301-96. Котли типу ТГМП енергоблоків 250 і 300 МВт. Експериментальна перевірка та провадження методу зменшення концентрації оксидів азоту в продуктах згорання природного газу. Рекомендації. Затв. Упр. НТПіЕ МЕ України. Узгод. Енергопрогрес. Розроб. ЛьвівОРГРЕС.
23. ГІД 34.02.302-97. Зменшення викидів окислів азоту під час триступінчастого спалювання палива в котлі ТПП-312: Інформаційне повідомлення. Затв. МЕ України, 01.03.97. Узгод. Упр ЕСіТМ, Упр НТПіЕ Розроб. ЛьвівОРГРЕС.
24. ГКД 34.02.302-96. Котли енергетичні та водогрійні: Тимчасові галузеві граничні норми вмісту шкідливих речовин в димових газах. Затв. МЕ України, 06.01.96. Узгод. Упр НТПіЕ, Упр АП Мінекобезпеки України. Розроб. ЛьвівОРГРЕС.
25. ГКД 34.02.303-96. Викиди оксидів азоту з димовими газами котлів: Методика розрахунку. Затв. Упр НТПіЕ МЕ України 01.10.96. Узгод. УНВО «Енергопрогрес». Розроб. ЛьвівОРГРЕС. 57
26. ГКД 34.02.305- 2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок: Методика визначення. Затв. нак. № 359 МПЕ України, 14.06.02. Мінекології України. Узгод. Упр НТП і Е; ГРІФРЕ. Розроб. НТЦВЕ НАН УКРАЇНИ.

27. ГНД 34. 02.306-2004. Методика визначення ступеня очищення димових газів у золовловлювальних установках (за скороченою програмою). Затв. нак. № 564 МПЕ України, 15.09.04. Узгод. Деп ЕЕ, упр.ЕтаТМ Розроб. Львівське КБ.
28. СОУ-Н МПЕ 40 1.02.307: 2005. Установки спалювання на теплових електростанціях та в котельнях. Організація контролю за викидами в атмосферу. Затв. нак. № 408 МПЕ України, 19.08.05. Узг. Мінохорони природи. середов. Розроб. ІВЕТ НАН України, МПЕ України.
29. РД 34.02.102-91. Методические материалы по проведению оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) ТЭС. Временная отраслевая инструкция о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке технико-экономических обоснований (расчетов) и проектов строительства, реконструкции, расширения и технического перевооружения тепловых электрических станций. Утв. Отд. охраны природы МЭ СССР, 05.12.91. Разраб. Уралтехэнерго.
30. РД 34.02.301-91. Положение об организации ведомственного контроля воздухоохранной деятельности тепловых электрических станций и котельных. Утв. Отд. ОП МЭ СССР, 15.03.91. Согл. ГУ НТПиЭ Разраб. АО «фирма ОРГРЭС». РД 34. 02.303-91. Отраслевая инструкция по нормированию вредных выбросов в атмосферу для тепловых электростанций и котельных. Утв. МЭ СССР, 28.06.91. Согл. Мин. охраны природы СССР, 27.06.91. Разраб. Уралтехэнерго, ОРГРЭС.
31. РД 34.02.307-83. Методические указания по определению содержания окислов азота в дымовых газах котлов (экспресс-метод): МУ 34-70-041-83. Утв. Упр ОП МЭ СССР, 08.02.83, ГТУ ЭЭС МЭ СССР, 09.02.83. Разраб. ВТИ, ЭНИН; Средаз. фил. ВНИИ Промгаза. РД 34.02.309-88. Методические указания по определению содержания диоксида серы в дымовых газах котлов (экспресс-метод). Утв. ГТУ ЭЭС МЭ СССР, 29.07.88. Разраб. ЭНИН.
32. РД 34. 02.311-89. Методика выполнения измерений валового выброса окислов азота с дымовыми газами ТЭС с применением газоанализатора 344 ХЛ 04. Утв. Упр ОП МЭ СССР, 05.07.89. Разраб. ВТИ.
33. О.Г. Шевченко, М.І. Кульбіда, С.І. Сніжко, Л.С. Щербуха, Н.О. Данілова. (2014). Рівень забруднення атмосферного повітря міста Києва формальдегідом. Український гідрометеорологічний журнал, Одеський державний екологічний університет, № 14, - С. 2-22.
34. Порядок здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів Постанова КМУ івд 23 вересня 2020 р. № 960
35. ПОСІБНИК ЯК РОЗРОБИТИ ПЛАН ДІЙ ДЛЯ СТАЛОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РОЗВИТКУ (ПДСЕР) ЧАСТИНА II БАЗОВИЙ КАДАСТР ВИКИДІВ, Електронний ресурс– 42с.
https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/SEAP_guidebook_part_2_ua.pdf

