

Авторефер.
Б 60

Одеська державна академія холоду

БИКОВЕЦЬ НАТАЛЯ ПЕТРІВНА

Биковец

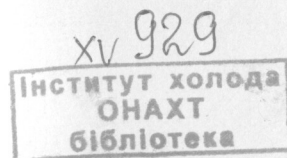
УДК 504.064.4:620.92

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ
ГАЗІВ У ПРОМИСЛОВОСТІ (НОВІ ІНДИКАТОРИ ДЛЯ ЕКОЛОГО-
ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ)

Спеціальність 05.14.06 – технічна теплофізика та
промислова теплоенергетика

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Одеса – 2006

Дисертація є рукописом

Робота виконана в Одеській державній академії холоду Міністерства освіти та науки України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор кафедри інженерної теплофізики Одеської державної академії холоду Железний Віталій Петрович

Офіційні опоненти – доктор технічних наук, професор Геллер Володимир Зіновійович, завідувач кафедри екології Одеської національної академії харчових технологій;

кандидат технічних наук Гелетуха Георгій Георгійович, завідувач відділом теплопровідності Інституту технічної теплофізики НАН України

Провідна організація – Одеський національний політехнічний університет МОН України

Захист дисертації відбудеться «22» червня 2006 г. об 11⁰⁰ годині в ауд. 108 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.41.087.01 в Одеській державній академії холоду за адресою: вул. Дворянська, 1/3, м. Одеса, 65026, Україна.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотечі ОДАХ за адресою: вул. Дворянська, 1/3, 65026, Україна.

паний „___” _____ 2006 року.

ченої ради

Мілованов В.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Останнім часом в Україні все більше уваги приділяється питанням, пов'язаним з економією енергетичних і матеріальних ресурсів у промисловості та сільському господарстві. При цьому вчені, екологи та політики цілком обгрунтовано пов'язують питання раціонального використання енергетичних ресурсів з проблемами зниження антропогенного впливу промисловості на навколишнє природне середовище. Слід зауважити, що Кіотський протокол, який в 2005 році в Україні набрав юридичної чинності, орієнтований не лише на обмеження емісії парникових газів (ПГ). Реалізація положень цього документу ініціює прийняття законодавчих актів, спрямованих на раціональне використання енергетичних та сировинних ресурсів, на розвиток альтернативної енергетики.

На сьогоднішній день антропогенний вплив промисловості на навколишнє природне середовище значно виріс. Разом з тим досі залишаються не розробленими критерії та науково обгрунтовані методики, які б визначили еколого-енергетичну ефективність використання енергетичних і матеріальних ресурсів у промисловості. Норми (квоти) на емісію ПГ, що виділились під час виробництва будь-якого виду продукції, лишаються невизначеними. Таким чином, дослідження, що спрямовані на розробку сучасних методів еколого-енергетичного аналізу ефективності використання енергетичних ресурсів, розробка нових еко-індикаторів є для України надзвичайно актуальними. Їх упровадження в практику еколого-енергетичного аудиту та менеджменту повинно сприяти успішній реалізації заходів, направлених на розвиток екологічно стійкої енергетики та промисловості в цілому.

Під час розробки представленої в дисертації методики розрахунку еквівалентної емісії ПГ, орієнтованої на виявлення заходів щодо підвищення еколого-енергетичної ефективності обладнання та підприємств, автор опиралась на роботи таких вчених як: Бродяньський В.М., Гохштейн Д.П., Долинський А.А., Калінін І.М., Лавренченко Г.К., Мартиновський В.С. Оносовський В.В., Таубман Ю.Й., Янговський Є.И., Billiard F., Busch F., Fisher S.K., Green J., Kuijpers L., Loretzen G., McMullan J. T. та інші.

Зв'язок роботи з державними планами та програмами. Дисертаційна робота виконана згідно з наступними законодавчими актами: Постанов Кабінету Міністрів України №1274 від 17.10.96 р. „Про програму припинення виробництва та використання озоноруйнівних речовин”, №583 від 14.04.1999 р. „Про Міжвідомчу комісію з забезпечення виконання Рамкової конвенції ООН про зміну клімату”; Постанови Верховної Ради України №75/94-ВР від 01.07.94 р. що затвердила „Закон України про енергозбереження”; Постанови Верховної Ради України № 1430-IV від 04.02.2004 р. „Про ратифікацію Кіотського Протоколу”; Листа Державного Комітету України з Енергозбереження № 38 4/3 від 22.01.2000 р. щодо підготовки енергозберігаючих проектів з метою зниження шкідливих викидів парникових та інших газів; „Регіональної програми науково-технічного та інноваційного розвитку Одеської області на 2004-2007 рр.” Рішення Одеської обласної ради № 508-IV від 20.10.2004 р. та інші.

Метою роботи є розвиток методики розрахунку Повної еквівалентної емісії парникових газів (ПЕЕПГ), контроль за значенням якої дозволяє науково обгрунтовано формувати пропозиції та заходи, орієнтовані на раціональне використання невідновлювальних енергетичних ресурсів та зниження антропогенного навантаження на природу.

Щоб досягти зазначеної мети, необхідно було розв'язати наступні **задачі**:
- обгрунтувати необхідність розробки нових еколого-енергетичних критеріїв оцінки ефективності

використання енергетичних і матеріальних ресурсів;

- сформулювати принципи розрахунку прямого та непрямого внеску до ПЕЕПГ протягом ПЖЦ обладнання (або в технологічному процесі);
- провести оцінку еколого-енергетичної доцільності використання різних сервісних холодоагентів у вагонних кондиціонерах;
- розглянути можливості використання розробленої методики розрахунку ПЕЕПГ для оцінки еколого-енергетичної ефективності технологічних процесів на підприємствах скляної промисловості та в тепличних господарствах;
- розглянути еколого-енергетичну доцільність застосування теплових насосів (ТН), працюючих на озононеруйнівних холодоагентах, в тепличних господарствах півдня України;
- розробити рекомендації, направлені на підвищення еколого-енергетичної ефективності підприємств скляної промисловості та тепличних господарств півдня України.

Цільовими об'єктами дослідження стали системи опалення в тепличних господарствах, вагонні кондиціонери та технологічний процес виробництва скловиробів на ВАТ „Одеський завод скловиробів”. Предмет дослідження – процеси емісії ПГ при експлуатації устаткування протягом повного життєвого циклу (ПЖЦ).

Розв'язання сформульованих задач досягнуто в межах таких методів дослідження: теоретичного розрахунку ПЕЕПГ протягом ПЖЦ обладнання, яке підлягає аналізу; проведення еколого-енергетичного аудиту на ВАТ „Одеський завод скловиробів”.

За результатами досліджень сформульовані два наукових положення:

1. Установлення науково-обґрунтованих об'ємів на еквівалентну емісію ПГ (квот) для обладнання та технологічних процесів у різних галузях промисловості є ефективним заходом підвищення ефективності використання енергетичних і матеріальних ресурсів, а також контролю за зниженням антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. Застосування викладеного наукового положення формує теоретичні основи еколого-енергетичного аудиту та менеджменту, створює практичний механізм реалізації Україною Кіотського протоколу та концепції стійкого розвитку.

2. Включення до структури еколого-енергетичного аудиту та менеджменту запропонованих в дисертації еко-індикаторів буде сприяти підвищенню ефективності контролю за використанням енергетичних і матеріальних ресурсів та реалізації концепції стійкого розвитку промисловості. Впровадження даного наукового положення в практику еколого-енергетичного аудиту та менеджменту дозволить зменшити значення енергоємності виробленої продукції, її матеріалоемність та скоротити рівень антропогенного навантаження підприємства на навколишнє природне середовище. Досягнення поставленої мети може бути здійснено в межах знаходження мінімальних значень ПЕЕПГ під час вибору альтернативних енергоносіїв, обладнання або робочих тіл.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в подальшому розвитку методики еколого-енергетичного аналізу, яка базується на принципах розрахунку ПЕЕПГ, стосовно задач економії матеріальних та енергетичних ресурсів на промислових підприємствах різного профілю. Запропонований метод аналізу є новим етапом в методології еколого-енергетичного аналізу, спрямованого на практичну реалізацію концепції стійкого розвитку.

У дисертації вперше розроблено алгоритм розрахунку прямого та непрямого внеску до ПЕЕПГ протягом ПЖЦ обладнання (або в технологічному процесі) в залежності від виду вихідної інформації. Запропонований в дисертації метод розрахунку ПЕЕПГ на відміну від існуючих методів екологічного та енергетичного аналізів дозволяє аналізувати структуру антропогенних потоків ПГ на всіх етапах технологічного процесу – від отримання сировини, енергоносіїв, матеріалів до утилізації морально застарілого обладнання.

Вперше запропоновані в дисертації еко-індикатори (безрозмірні або питомі коефіцієнти) дозволяють проводити оцінку та контроль екологічної ефективності використання матеріальних та енергетичних ресурсів обладнанням та в технологічних процесах.

Достовірність результатів дослідження підтверджується коректним поставленням науково-прикладних задач, комплексним урахуванням різних факторів, які впливають на еколого-енергетичну ефективність обладнання та технологічних процесів; узгодженням отриманих результатів з тими, що були отримані під час тесту обладнання та проведеного енергетичного аудиту.

Практичне значення отриманих результатів. Введення в практику запропонованої в дисертації методики розрахунку ПЕЕПГ протягом ПЖЦ об'єктів дослідження буде сприяти прийняттю обґрунтованих з еколого-енергетичної точки зору рішень, спрямованих на раціональне використання енергетичних та природних ресурсів. Представлений метод розрахунку ПЕЕПГ дозволяє здійснювати моніторинг рівня енергоємності та матеріалоемності виробленої продукції за умов державного контролю за рівнем емісії ПГ. Представлені алгоритми розрахунку ПЕЕПГ дозволяють визначити допустимі квоти на емісію ПГ при виробництві будь-якого виду продукції. Фінансові кошти, отримані від торгівлі квотами, повинні стати суттєвим економічним фактором під час реалізації заходів щодо підвищення енергетичної ефективності підприємств. Впровадження представленої в роботі методики розрахунку ПЕЕПГ (в рамках еколого-енергетичного аудиту та менеджменту) на підприємствах різного профілю дозволить реалізувати прийняті Україною програми з енергозбереження, що, в свою чергу, сприятиме реалізації концепції стійкого розвитку вітчизняної промисловості та підвищенню конкурентноздатності виготовленої продукції. Проведені в роботі дослідження дозволили сформулювати низку практичних рекомендацій щодо підвищення еколого-енергетичної ефективності систем опалення теплиць, зниження енергоємності виробництва склотари, зробити еколого-енергетичну експертизу використання альтернативних холодоагентів в ТН та вагонних кондиціонерах.

Особистий внесок здобувача. В дисертації викладені результати досліджень, виконані автором самостійно та в співпраці зі співавторами публікацій. Особистий внесок автора полягає в розробці основних принципів розрахунку ПЕЕПГ протягом ПЖЦ обладнання, формуванні нових еколого-енергетичних індикаторів для різних галузей промисловості. Автор виконала розрахункові дослідження, спрямовані на вивчення можливостей підвищення еколого-енергетичної ефективності об'єктів дослідження. Разом з науковим керівником проведений еколого-енергетичний аудит на підприємстві ВАТ „Одеський завод скловиробів”. Досліджена доцільність використання енергозберігаючого обладнання, застосування озононеруйнуючих холодоагентів в ТН та вагонних кондиціонерах. Автор самостійно розробила практичні рекомендації щодо застосування на об'єктах дослідження енергозберігаючих заходів.

Апробація роботи. Основні результати роботи доповідались та обговорювались на: науково-

методичних конференціях „Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в ВУЗах” (м. Одеса, 1999, 2000, 2003, 2004 рр.; м. Ізмаїл, 2005 р.); міжнародній науково-практичній конференції „Экологическая и техногенная безопасность” (м. Харків, 2000 р.); міжнародній науково-технічній конференції „Современные проблемы холодильной техники и технологий” (м. Одеса, 2003 р.); X міжнародній конференції „Энергосбережение, безопасность, экология в промышленности и коммунальной энергетике” (м. Ялта, 2003 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції „Энергетика, энергосбережение, энергосервис” (м. Одеса, 2004 р.); міжнародній науково-практичній конференції „Екологічна безпека об'єктів господарської діяльності” (м. Миколаїв, 2004 р.).

Публікації. Усього автором опубліковано 19 робіт, на тему дисертації 16. Серед них 7 – статті в наукових журналах, 9 – статті в збірниках праць конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Загальний обсяг роботи – 206 сторінок, включаючи 58 рисунків, 20 таблиць, 112 найменувань джерел на 10 стор. і додатки на 39 стор.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розглянуті актуальність теми дисертації, зв'язок з державними програмами, сформульовані ціль і задачі роботи, представлені наукові положення, які відображають наукову новизну, практичну цінність отриманих результатів. Представлені відомості про особистий внесок автора у виконаннях дослідженнях, про апробацію результатів роботи та публікації по темі дисертації.

У **першому розділі** дисертації сформульовані принципи розрахунку Повної еквівалентної емісії парникових газів під час експлуатації обладнання або реалізації технологічних процесів в різних галузях промисловості.

У розділі розглянуті основні еколого-енергетичні проблеми сучасності. Показано, що згідно з прийнятими світовою спільнотою документами (Монреальським протоколом (1987 р.), Кіотським протоколом (1997 р.), концепцією стійкого розвитку, декларованою на конференції ООН про навколишнє природне середовище в Ріо-де-Жанейро (1992 р.)) промислово розвинуті країни мають прискорити процес прийняття законодавчих актів, спрямованих на регулювання емісії ПГ і, перш за все, двооксиду вуглецю.

У 1996 році Україна ратифікувала Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату, в рамках якої прийняла на себе зобов'язання щодо контролю за викидами антропогенних газів та їх регулюванню.

З метою реалізації прийнятих Україною зобов'язань щодо регулювання викидів речовин, які мають високе значення потенціалу глобального потепління (GWP), в роботі пропонується нова методика розрахунку ПЕЕПГ в технологічних процесах виробництва будь-якої продукції. Принципова відмінність запропонованої в роботі методики від термодинамічних, економічних та екологічних методів аналізу ефективності використання матеріальних та енергетичних ресурсів полягає у відмові від застосування цільових функцій, які базуються на грошових та енергетичних еквівалентах. Дані цільові функції не в змозі враховувати вплив техногенного впливу обладнання, технологічного процесу на навколишнє природне середовище пропонується обчислювати значення ПЕЕПГ. Величина ПЕЕПГ на ПЖЦ розраховується підсумовуванням прямої (тобто тієї, що виділилась саме в

технологічному процесі) емісії ПГ та непрямої емісії ПГ під час отримання енергоносіїв, сировини, комплектуючих виробів, а також виробництва обладнання, капітальних споруд тощо.

Ідея визначення еквівалентної емісії ПГ під час виробництва та експлуатації обладнання не нова. На початку 90-х рр. при оцінці перспектив використання озоноруйнівних холодоагентів в холодильних машинах було запропоновано використовувати методику TEWI-аналізу (Total Equivalent Warming Impact). Даний критерій враховує як прямий внесок в зростання сумарного радіаційного форсингу від емісії холодоагентів, так і непрямий внесок від викидів CO₂ під час виробництва електроенергії, необхідної для експлуатації холодильного обладнання. Отже, величина TEWI відображає повну еквівалентну емісію ПГ на етапі експлуатації холодильного обладнання.

До недоліків запропонованої методики TEWI-аналізу слід віднести відсутність урахування: енергетичних витрат, пов'язаних зі спорудженням та безпечною експлуатацією обладнання; енергоємності енергоносіїв; часових факторів експлуатації обладнання та енергетичного еквіваленту людської праці. Дана методика використовувалась лише для оцінки еколого-енергетичної ефективності альтернативних холодоагентів у холодильному обладнанні та не була адаптована до аналізу технологічних процесів в інших галузях промисловості.

Запропонована в дисертації методика розрахунку ПЕЕПГ протягом її ПЖЦ дозволяє розглядати всю технологічну ланку виробництва конкретного продукту від видобування палива й руди для отримання конструкційних матеріалів до його виробництва й утилізації. При цьому треба враховувати енергетичні витрати (або пропорційні їм викиди ПГ) на створення й утилізацію виробничого обладнання, споруд тощо, а також енергетичний еквівалент людської праці (БЕЛП) працівників та співробітників. Згідно з даною концепцією, ПЕЕПГ може бути обчислена за формулою:

$$ПЭЭПГ = \sum_i e_i \cdot G_i + \sum_j m_j \cdot GWP_j + \left[\sum_k \left(\frac{e_k^{об}}{N_k} + e_k^p \cdot n_k^p \right) + e_{л.н} \cdot n_{л.н} + \sum_k \frac{e_k^{ум.об}}{N_k} \right] \cdot \frac{C}{\sum_n C_n \cdot V_n} + e^{ум.пр} \quad (1)$$

де e_i – еквівалентна емісія ПГ, що виділились під час видобутку i -го виду сировини, енергоносія тощо, необхідних для виробництва продукції, кг CO₂ на 1 кг або 1 од. сировини, енергоносія і т.п.; G_i – витрата i -го виду сировини, енергоносія і т.п., кг або од. сировини на одиницю продукції; m_j – маса j -го ПГ, що виділилась протягом виробничого процесу під час створення одиниці продукції, кг на 1 кг або 1 од. продукції; GWP_j – потенціал глобального потепління j -го ПГ, кг CO₂/кг; $e_k^{об}$ – величина еквівалентної емісії ПГ, витраченої на створення k -го виду обладнання, капітальної споруди тощо, кг CO₂; N_k – термін експлуатації k -го виду обладнання, капітальної споруди тощо, рік; e_k^p – середня величина еквівалентної емісії ПГ ремонту k -го виду обладнання, капітальної споруди тощо, кг CO₂; n_k^p – середня кількість ремонтів k -го виду обладнання за рік; $e_{л.н}$ – еквівалентна емісія ПГ від енергетичного еквівалента людської праці співробітників підприємства, кг CO₂/люд-год; $n_{л.н}$ – трудовитрати, необхідні для створення одиниці продукції, люд-год/рік; $e_k^{ум.об}$ – величина еквівалентної емісії ПГ від утилізації k -го виду обладнання, капітальної споруди тощо, кг CO₂; C – вартість одиниці виду продукції, яка аналізується, грн.; C_n – вартість одиниці n -го виду продукції, яка виробляється підприємством, грн.; V_n – річний вихід n -го виду продукції, од./рік або кг/рік; $e^{ум.пр}$ – величина еквівалентної емісії ПГ від утилізації одиниці виду продукції, яка аналізується, кг CO₂.

За наявності довідкової інформації про енергоємність матеріалів та технологічних процесів величину ПЕЕПГ можна розрахувати за формулою:

$$ПЭЭПГ = \bar{\beta} \cdot \sum_i e_i \cdot G_i + \sum_j m_j \cdot GWP_j + \bar{\beta} \left[\sum_k \left(\frac{e_k^{об}}{N_k} + e_k^p \cdot n_k^p \right) + e_{л.н} \cdot n_{л.н} + \sum_k \frac{e_k^{ум.об}}{N_k} \right] \cdot \frac{C}{\sum_n C_n \cdot V_n} + \bar{\beta} \cdot e^{ум.пр}, \quad (2)$$

де ϵ_i – енергоємність i -го виду сировини, матеріалу, енергоносія, напівфабрикату, необхідного для виробництва одиниці продукції, кВт·год на 1 кг або 1 од. сировини, енергоносія і т.п.; $\epsilon_k^{об}$ – енергоємність k -го виду обладнання, капітальної споруди і т.п., кВт·год; ϵ_k^p – енергоємність ремонту k -го виду обладнання, капітальної споруди і т.п., кВт·год; $\epsilon_k^{ум.об}$ – енергоємність утилізації k -го виду обладнання, капітальної споруди і т.п., кВт·год; $\epsilon^{ум.пр}$ – енергоємність утилізації одиниці виду продукції, яка аналізується, кВт·год.

Абсолютна величина енергоємності продукції, що виробляється, є критерієм ефективності використання матеріальних та енергетичних ресурсів. Методики розрахунку повної енергоємності та ПЕЕПГ полягають в урахуванні всіх енергетичних витрат при виробництві продукції, починаючи від видобутку сировини. Тому розробка баз довідкових даних по енергоємності та питомій еквівалентній емісії ПГ, конструкційних матеріалів, продукції, яку виробляють, і т.п. буде сприяти розвитку методичних основ еколого-енергетичного аудиту та менеджменту, зниженню енергоємності продукції, яку виробляють, та антропогенного навантаження під час виробництва певного виду продукції. Створення зазначених баз даних буде сприяти переходу на сучасні технології, які чинять мінімально можливий антропогенний вплив на навколишнє природне середовище. Цьому процесу буде сприяти прибуток, який надходитиме від продажу квот на емісію ПГ. Слід зазначити, що на сьогоднішня вартість продажу однієї тонни CO₂ в Європі вже досягла 20€. Більш ніж 260 млн. дозволів на викиди ПГ було продано на ринку торгівлі викидами взагалі.

За відсутності інформації про енергоємність сировини, матеріалів, комплектуючих виробів і т.п. розрахунок ПЕЕПГ можна провести, якщо використовувати доступну інформацію про їхню вартість:

$$ПЗЭПГ = \sum_j m_j \cdot GWP_j + \frac{\beta}{c_{ек}} \left(\sum_i c_i \cdot G_i + \left[\sum_k \left(\frac{c_k^{об}}{N_k} + c_k^p \cdot n_p \right) + c_{ек} \cdot e_{л.п} \cdot n_{л.п} + \sum_k \frac{c_k^{ум.об}}{N_k} \right] \cdot \frac{C}{\sum_n C_n \cdot V_n} + c^{ум.пр} \right) \quad (3)$$

де $c_{ек}$ – еквівалентна вартість енергетичних ресурсів, грн./кВт·год; c_i – вартість i -го виду сировини, матеріалу, енергоносія, необхідних для виробництва одиниці продукції, грн. на 1 од. або 1 кг сировини, матеріалу, енергоносія і т.п.; $c_k^{об}$ – вартість k -го виду обладнання, капітальної споруди тощо, грн.; c_k^p – вартість ремонту k -го виду обладнання, споруди тощо, грн.; $c_k^{ум.об}$ – вартість утилізації k -го виду обладнання, споруди тощо, грн.; $c^{ум.пр}$ – вартість утилізації одиниці виду продукції, яка аналізується, грн.

Приблизна схема потоків прямої та непрямої емісії ПГ представлена на рис.1. Перевага запропонованої методики розрахунку ПЕЕПГ-аналізу в порівнянні з іншими методами оцінки ефективності обладнання або розрахунку екологічного навантаження на навколишнє природне середовище полягає в можливості контролювання екологічного простору для еквівалентної емісії ПГ як в масштабах підприємства, так і країни в цілому. Тому квоти на еквівалентну емісію ПГ можуть та повинні розглядатися в якості кількісних індикаторів під час виконання еколого-енергетичного аудиту та менеджменту підприємств.

Визначення гранично допустимих об'ємів ПЕЕПГ (квот) на одиницю продукції може та повинно розглядатися в якості кількісної міри антропогенного впливу на навколишнє природне середовище. Тим самим, вклучення запропонованої методики розрахунку ПЕЕПГ до структури еколого-енергетичного менеджменту буде сприяти реалізації концепції стійкого розвитку промисловості.

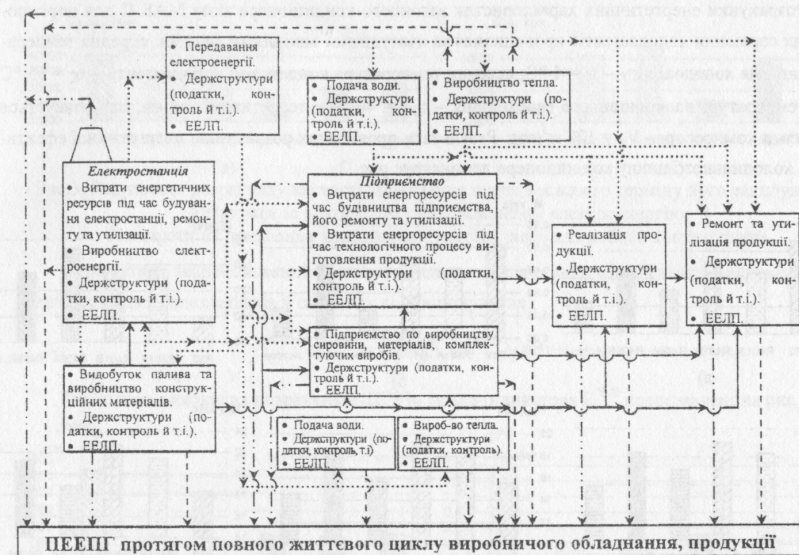


Рис.1. Приблизна схема матеріальних, енергетичних та антропогенних (емісія ПГ) потоків на ПЖЦ продукції, яка аналізується: — матеріальні потоки; енергетичні потоки; —•— прямий внесок в ПЕЕПГ; - - - - - непрямий внесок в ПЕЕПГ.

Другий розділ присвячений вибору сервісних холодоагентів для заміни R12 у вагонних кондиціонерах. Під час проведення даного дослідження був використаний метод TEWI-аналізу, який був адаптований до розв'язання поставленої задачі.

Треба зауважити, що зараз заводи-виробники холодильного обладнання практично повністю перейшли на виробництво обладнання, яке використовує альтернативні озонобезпечні холодоагенти. Тим не менш, значна частина парку холодильної техніки України та інших країн досі використовує як холодильний агент R12. У зв'язку з припиненням виробництва озоноруйнівних галогідпохідних вуглеводнів підвищується актуальність підтримання працездатності такого обладнання. Під час вибору альтернативних заміновачів R12 виробники робочих агентів для холодильної техніки зазвичай пропонують використовувати озоноруйнівний холодоагент R134a або зеотропні суміші на основі перехідних холодоагентів, таких як R22, R124, R142b тощо.

Необхідно підкреслити, що оцінка перспективності використання сервісного холодоагента потребує системного аналізу, який повинен включати розгляд термодинамічних, експлуатаційних, економічних і екологічних факторів. На жаль, подібні дослідження практично не проводяться. За цих умов покупці сервісних холодоагентів стають заручниками агресивної політики постачальників сервісних холодоагентів. Економічна шкода від неаргументованого вибору сервісних холодоагентів досить значна. У дисертації розглянута практично важлива задача з переведення систем кондиціонування пасажирських вагонів з R12 на більш широко розповсюджені на ринку України сервісні холодоагенти – R401A, R401B, R406A, R409A, Астрон-12 «А».

Розрахунки енергетичних характеристик вагонного кондиціонера типу МАБ II для порівнювальних сервісних холодоагентів проводилися за наступними вихідними даними: середня температура кипіння холодоагенту – $t_0 = 5^\circ\text{C}$; середня температура конденсації холодоагенту – $t_k = 55^\circ\text{C}$ (при температурі навколишнього середовища – $t_{ок} = 40^\circ\text{C}$); теоретичний об'єм, що описується поршнями компресора – $V_h = 122 \text{ м}^3/\text{год}$. Результати проведених розрахунків енергетичної ефективності холодильного циклу кондиціонера демонструє рис. 2.

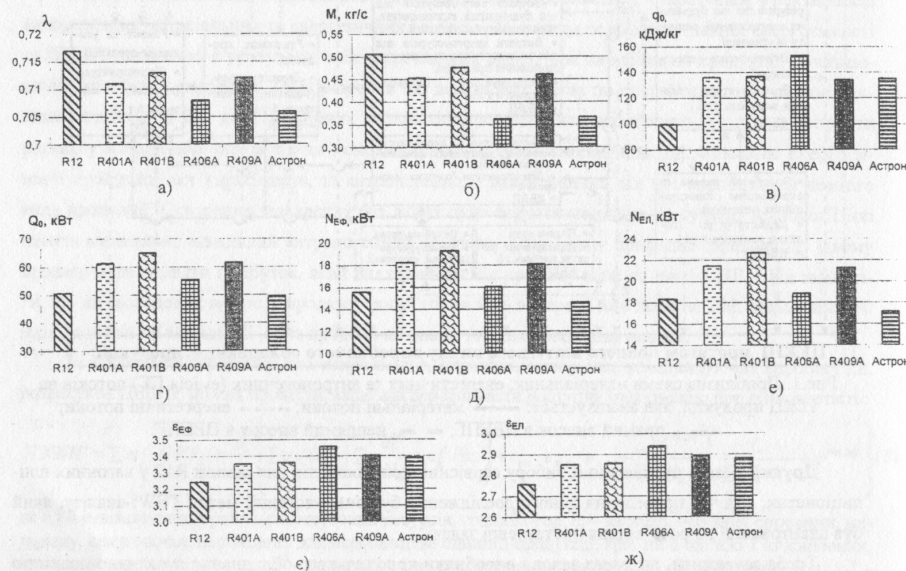


Рис. 2. Результати розрахунків холодильного циклу при переведенні вагонного кондиціонера типу МАБ II на сервісні холодоагенти:

- а) коефіцієнт подавання; б) масова витрата холодоагенту; в) питома холодопродуктивність; г) холодопродуктивність; д) ефективна потужність; е) електрична потужність; є) дійсний холодильний коефіцієнт (ефективний); ж) дійсний холодильний коефіцієнт (електричний).

Визначення величини еквівалентної емісії ПГ – $TEWI_N$ протягом ДЖЦ обладнання виконано з урахуванням можливого терміну експлуатації кондиціонерів 10 років. Витрати за здобуту кондиціонером електроенергію під час роботи на альтернативних холодоагентах розраховані за формулою:

$$C_{\text{ЕЛ ЕН}} = N_E \cdot \tau \cdot \frac{Q_{R12}}{Q_{\text{alt}}} \cdot T_{\text{ЕЛ ЕН}}, \text{ грн.} \quad (4)$$

Розрахунок $TEWI_N$ для альтернативних сервісних сумішей був виконаний по формулі:

$$TEWI_N = GWP_{\text{ХЛ}} \cdot L_{\text{ХЛ}} \cdot \frac{P_{K_{\text{alt}}}}{P_{K_{R12}}} \cdot N + GWP_{\text{ХЛ}} \cdot m_{\text{ХЛ}} \cdot (1 - \alpha) + \beta \cdot E \cdot N \cdot \frac{Q_{R12}}{Q_{\text{alt}}}, \text{ кг CO}_2 \quad (5)$$

Результати розрахунку вартості експлуатації обладнання представлені на рис. 3.

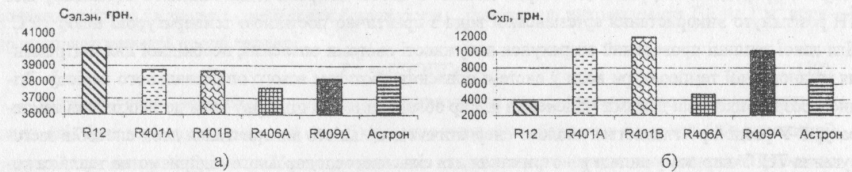


Рис.3. Результати розрахунку вартості обладнання протягом всього терміну його експлуатації:

- а) витрати за використану кондиціонером електроенергію;
б) витрати на придбання холодоагенту, необхідного для роботи кондиціонера.

У дисертації запропонований новий еко-індикатор для оцінки ефективності використання наданих сервісних холодоагентів у системах кондиціонування:

$$E_i^{B,K} = \frac{TEWI_N}{Q_0 \cdot N}, \text{ кг CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч} \quad (6)$$

Результати виконаних розрахунків $TEWI_N$ та еко-індикатора $E_i^{B,K}$ представлені на рис.4.

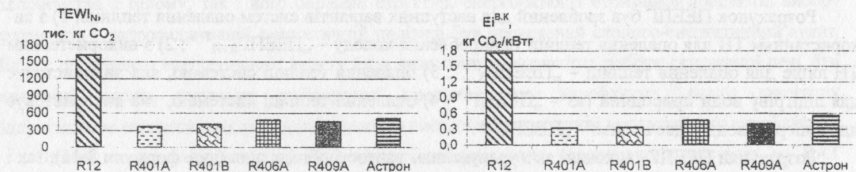


Рис.4. Результати розрахунків $TEWI_N$ та еко-індикатора $E_i^{B,K}$ для компресорної системи кондиціонера типу МАБ II на різних сервісних холодоагентах.

Результати виконаного дослідження дозволяють зробити висновок, що за сукупністю різних факторів найбільшу перспективу застосування у вагонних кондиціонерах мають холодоагенти R406A та Астрон-12 «А». Однак, використання Астрону-12 „А” у системі кондиціонування пасажирських вагонів недоцільне як з екологічної, енергетичної, так і з економічної точок зору. По-перше, через наявність у складі Астрону-12 „А” холодоагенту R21, який має високу токсичність (клас B1). По-друге, наявність R21 сприяє швидкому руйнуванню прокладних та ізоляційних матеріалів, що, в свою чергу, викликає зростання об'ємів витoku Астрону-12 «А» з холодильної системи, а отже й експлуатаційних витрат.

Третій розділ присвячений дослідженням еколого-енергетичної доцільності використання теплових насосів (ТН) в системах теплозабезпечення теплиць, розташованих на півдні України.

Тепличні господарства України споживають значну кількість енергетичних ресурсів. Тому спосіб обігріву має принципове значення при виборі найбільш раціонального використання енергетичних ресурсів та розробці рекомендацій зі зниження енергоємності виробленої сільськогосподарської продукції. Дослідження доцільності використання ТН, які працюють на різних альтернативних холодоагентах в тепличних господарствах у кліматичних умовах півдня України, являється не досить вивченою та актуальною задачею.

Аналіз використання ТН в системах теплозабезпечення теплиць проводився шляхом порівняння з традиційно застосовуваними способами опалення – пристроями, які для підігріву води використовують природний газ, рідке або тверде паливо. В якості джерела тепла низького

використаної енергії димових газів; $\Delta EEP_{\text{гр}}$ – внесок в $EEP_{\text{ск}}$ від нерационально використаної енергії під час отримання браку; $\Delta EEP_{\text{т.в.с}}$ – внесок в $EEP_{\text{ск}}$ від нерационально використаної енергії під час виробництва скломаси (порушення режимів технології виробництва скла, технологічні втрати скломаси); $\Delta EEP_{\text{дг}}^{\text{CO}_2}$ – прямий внесок в $EEP_{\text{ск}}$ від отриманого під час процесу згорання палива CO_2 , який вноситься димовими газами; $\Delta EEP_{\text{вар}}^{\text{CO}_2}$ – прямий внесок в $EEP_{\text{ск}}$ від двооксиду вуглецю, який виділяється під час хімічних реакцій в нагріваній шихті при скловарінні; $\Delta EEP_{\text{з}}$ – внесок в $PEEP_{\text{тс}}$ від загальних енергетичних втрат та прямої емісії CO_2 під час виробництва скловиробів. Розмірність $PEEP_{\text{тс}}$ та $EEP_{\text{ск}}$ в кг CO_2 .

Результати виконаного розрахунку показують, що під час виробництва одиниці виробу в атмосфері, з урахуванням прямої та непрямої емісії, виділяється $2,806 \text{ кг CO}_2$, що суттєво перевищує Європейські норми (в 9-12 разів). Структура $PEEP_{\text{тс}}$ технології виробництва скла представлена на рис. 7.

Основний внесок в $PEEP_{\text{тс}}$ під час виробництва продукції становлять пряма емісія ПГ (30,77%), сировина та матеріали (22,92%). При розрахунку прямої емісії ПГ враховувався прямий внесок двооксиду вуглецю, який виділяється в процесі виробництва скломаси та в результаті згорання природного газу. Високі значення даної величини прямо пропорційні: об'єму використаного газоподібного палива, витраченого на реалізацію процесу варіння скломаси, на підігрів необхідного за технологією повітря, значенню теплових втрат та кількості бракованої продукції. Рівень автоматизації технологічних процесів на підприємстві, на якому проводили аналіз, достатньо низький. Тому частина енергетичного еквіваленту людської праці в структурі $PEEP_{\text{тс}}$ також велика (19,83%), що негативно відображається на вартості продукції, яку виробляє підприємство.

В рамках представленої балансової схеми $PEEP_{\text{тс}}$ для оцінки ефективності використання енергетичних ресурсів в дисертації розроблені нові еколого-енергетичні індикатори:

- Коефіцієнт використання теплових ресурсів в скловарному виробництві « α »

$$\alpha = 1 - ((\Delta EEP_{\text{т.в.с}} + \Delta EEP_{\text{дг}} + \Delta EEP_{\text{т.в.с}}) / EEP_{\text{ск}}) \quad (14)$$

- Коефіцієнт використання енергетичних ресурсів « β »

$$\beta = 1 - ((\Delta EEP_{\text{г}} + \Delta EEP_{\text{т.в.с}} + \Delta EEP_{\text{дг}} + \Delta EEP_{\text{т.в.с}}) / (EEP_{\text{г}} + \Delta EEP_{\text{г}})) \quad (15)$$

- Коефіцієнт зведеної емісії ПГ (двооксиду вуглецю) « neeng »

$$\text{neeng} = PEEP_{\text{тс}} / EEP_{\text{пр}} \quad (16)$$

- Коефіцієнт прямої екологічної дії технології виробництва скла « δ »

$$\delta = 1 - (EEP_{\text{п.в.}} / (PEEP_{\text{тс}} - EEP_{\text{л.п}})) = (EEP_{\text{г}} + EEP_{\text{к.в}} + EEP_{\text{г}} + EEP_{\text{г}}) / (PEEP_{\text{тс}} - EEP_{\text{л.п}}) \quad (17)$$

- Коефіцієнт непрямої екологічної дії технології виробництва скла « γ »

$$\gamma = 1 - ((\Delta EEP_{\text{г}} + \Delta EEP_{\text{т.в.с}} + \Delta EEP_{\text{дг}} + \Delta EEP_{\text{т.в.с}} + EEP_{\text{к.в}} + \Delta EEP_{\text{г}}) / PEEP_{\text{тс}}) \quad (18)$$

- Коефіцієнт еколого-енергетичної досконалості технології виробництва скла « ϕ »

$$\phi = 1 - ((\Delta EEP_{\text{з}} + EEP_{\text{л.п}}) / PEEP_{\text{тс}}) = EEP_{\text{пр}} / PEEP_{\text{тс}} \quad (19)$$

- Коефіцієнт раціонального використання енергетичних ресурсів в технологічному процесі під час виробництва скла « d »

$$d = 1 - ((\Delta EEP_{\text{г}} + \Delta EEP_{\text{дг}} + \Delta EEP_{\text{т.в.с}} + \Delta EEP_{\text{т.в.с}} + \Delta EEP_{\text{г}}) / (PEEP_{\text{тс}} - EEP_{\text{л.п}})) \quad (20)$$

Результати розрахунку представлених еко-індикаторів демонструє рис. 8.

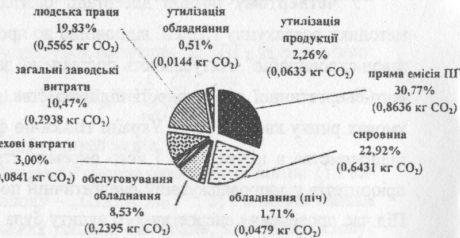


Рис. 7. Структура $PEEP_{\text{тс}}$ під час виробництва одиниці пляшки виду I-KH-700

До позитивної якості розроблених індикаторів треба віднести те, що вони змінюються в достатньо широких границях (межах) та чутливі до зміни різних факторів, які впливають на величину $PEEP_{\text{тс}}$, таких як: рівень браку, ефективність теплової ізоляції печі та використання природного газу і електроенергії, об'єм капітальних та експлуатаційних витрат. Аналіз значень індикаторів сприяє прийняттю обґрунтованих рішень, спрямованих на зменшення енергоємності і матеріалоємності продукції, яку виробляє підприємство, а також зниженню антропогенного впливу використаної техніки й технології на навколишнє природне середовище. Індикатори також можуть ставати основою для розробки нової нормативної документації, яка повинна базуватись на науково обґрунтованих квотах на емісію двооксиду вуглецю під час виробництва будь-якого виду продукції (верифікації). Необхідність проведення верифікації різних виробництв продиктована ринком квот на емісію ПГ, який значно розвивається, та вимогами реалізації на Україні положень протоколу Кіото.

Проведений еколого-енергетичний аудит підприємства сприяв розробці ряду рекомендацій щодо підвищення ефективності роботи підприємства, які були передані керівництву заводу для впровадження.

ВИСНОВКИ

Отримані в роботі наукові та практичні результати дозволяють сформулювати наступні висновки:

1. Представлена методика розрахунку Повної еквівалентної емісії парникових газів у порівнянні з іншими методами оцінки ефективності експлуатації обладнання або розрахунку екологічного навантаження на навколишнє природне середовище дозволяє, зберігаючи усі позитивні якості енергетичних методів аналізу, контролювати екологічний простір для еквівалентної емісії ПГ, тим самим сприяючи реалізації концепції стійкого розвитку.

2. Під час виконання еколого-енергетичного аналізу представлена методика розрахунку $PEEP_{\text{тс}}$ дозволяє розглядати весь технологічний ланцюг виробництва будь-якого виду продукції від видобутку палива та руди для отримання конструкційних матеріалів до її виробництва та утилізації. При цьому повинні враховуватися енергетичні витрати (або прямо пропорційні їм викиди ПГ) на створення та утилізацію виробничого обладнання, споруд тощо, а також енергетичний еквівалент людської праці працівників та співробітників.

3. У дисертації показано, що при проведенні еколого-енергетичного аудиту та менеджменту доцільно використовувати представлені в роботі нові еко-індикатори, використання яких на практиці буде сприяти як розробці заходів відносно підвищення ефективності використання матеріальних та енергетичних ресурсів, зниження енергоємності продукції, яку виробляють, так і зменшенню антропогенного впливу на навколишнє природне середовище. Таким чином, верифікація $PEEP_{\text{тс}}$ (визначення квот) на одиницю продукції, яка виробляється, повинна розглядатися в якості кількісної міри антропогенного впливу на навколишнє природне середовище, а еколого-



Рис. 8. Значення еколого-енергетичних індикаторів для оцінки ефективності використання енергетичних ресурсів у скловарному виробництві.

енергетичний менеджмент буде орієнтований на реалізацію концепції стійкого розвитку.

4. Проведене дослідження показує, що одним з найбільш перспективних сервісних холодоагентів для систем кондиціонування пасажирських вагонів на сьогодні є R406A. Треба зазначити, що сьогодні, в принципі, неможливий вибір „ідеального” сервісного холодоагенту, який будуть використовувати всі типи холодильного обладнання. Тим не менш, для реалізації державної політики щодо виконання Монреальського та Кіотського протоколів, необхідно враховувати в межах представленого методу аналізу економічні, екологічні, технологічні проблеми, пов'язані з переведенням холодильного обладнання на сервісні холодоагенти.

5. Використання теплових насосів для опалення теплиць у кліматичних умовах півдня України в порівнянні з традиційними способами опалення має низку переваг як з точки зору економії енергетичних ресурсів, так і зниження об'ємів ПЕЕПГ. Здійснені в межах традиційних методів аналізу докази переваги ТН для опалення теплиць, в порівнянні з іншими методами, не враховували низку еколого-енергетичних факторів. Так, аналіз проводився не ПЖЦ обладнання, тобто без урахування енергоемності обладнання, конструкційних матеріалів, утилізації і т.п. Крім того, кількісний облік екологічних аспектів (зокрема, емісії ПГ – верифікація) під час експлуатації обладнання, його створення та отримання енергоносіїв не проводився. Не враховувались засоби від продажу квот на викиди CO₂.

6. Проведене дослідження показує, що використання ТН при комбінованому виробництві тепла та холоду забезпечує найбільш еколого-енергетично ефективний процес опалення теплиць. Використання ТН (при використанні озоноруйнівних холодоагентів R134a, R600a, R717) призведе до зниження антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище на 40-60 % у порівнянні з традиційними системами опалення. У роботі показано, що абсолютна величина ПЕЕПГ залежить не лише від об'ємів спожитої вуглеводної сировини в системах опалення. Істотний внесок в ПЕЕПГ вносять витрати енергії на отримання палива та його транспортування до споживача. Тому при еколого-енергетичному аналізі практично всі ціноформуючі статті вартості систем опалення в повній мірі можуть бути віднесеними до „непрямих” витрат енергетичних ресурсів.

7. Проведений еколого-енергетичний аудит на ВАТ „Одеський завод скловиробів” з використанням нової методики розрахунку ПЕЕПГ дозволив розробити низку заходів, направлених на підвищення енергетичної ефективності обладнання, скорочення об'ємів споживання енергетичних ресурсів та зниження антропогенного навантаження (на 14-26 %). Тільки реалізація маловитратних заходів: теплова ізоляція зводу печі та підвищення температури повітря на вході в газові пальники, дозволить знизити витрати на придбання енергоресурсів на 14 – 15 % на місяць, при скороченні емісії парникових газів на 18 %. Річний прибуток від продажу квот на викиди CO₂ може скласти 197 500 є.

8. Розроблені в дисертації еко-індикатори для склоробної промисловості залежать від цілої низки економічних, технологічних, екологічних факторів (рівня браку, теплової ізоляції печі, ефективності використання газу та електроенергії, капітальних та експлуатаційних витрат і т.д.), що дозволяє рекомендувати їх для практичного використання при аудиті, верифікації та енергетичному менеджменті.

УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

GWP – Потенціал Глобального Потепління, кг CO₂/кг; L – витік речовини, кг/рік; N – час (термін) експлуатації обладнання, рік; m – маса речовини; α – доля утилізованого після закінчення експлуатації холодоагенту; $\bar{\beta}$ та β – усереднене значення емісії CO₂ при виробництві 1 кВтгод електроенергії, що визначається для країни з урахуванням структури виробництва електроенергії (доля теплових, атомних, гідро- та інших видів електростанцій у загальному виробництві електроенергії), кг CO₂/кВтгод; E – річні енерговитрати на експлуатацію обладнання, кВтгод/рік або потужність, яку використовує одиниця обладнання, кВтгод; N_E – електрична потужність, τ – час експлуатації обладнання, год; Q – холодопродуктивність установки, кВт; T – тариф на вартість, грн./на одиницю аналізованого продукту; n – кількість перезавантажок кондиціонера сервісним холодоагентом внаслідок зміни режимних параметрів; P – тиск, МПа; C – вартість, грн.; E_{cost} – енерговитрати, кВтгод; M_{CO2} – пряма емісія CO₂ в атмосферу при спалюванні речовини, кг CO₂; F_T – площа теплиці, м².

Нижні індекси: κ_L – холодоагент; κ_A – спінюючий агент; κ_{R12} – при роботі на холодоагенті R12; κ_{alt} – при роботі на альтернативному холодоагенті; κ_{ELEN} – електроенергія; κ_C – конденсація; κ_i – вид обладнання; κ_{TN} – тепловий насос; κ_{CN} – циркуляційний насос; κ_R – холодоагент (формула 7) або холодильна машина (формули 8-11).

Верхні індекси: κ_{TN}^{H} – тепловий насос; κ_{SK}^{SK} – свердловина; κ_{OP}^{OP} – система опалення; κ_{OX}^{OX} – система охолодження; κ_E^E – електроенергія; κ_{KL}^{KL} – холодоагент; κ_{KM}^{KM} – компресорне мастило; κ_R^R – холодильна машина; κ_H^H – опалення; κ_G^G – природний газ; κ_M^M – рідке паливо (мазут); κ_{KIT}^{KIT} – газовий котел; $\kappa_{(M)}^{(M)}$ – рідкопаливний котел.

ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Железний В. П., Хлиева О. Я., Быковец Н. П. Учет эмиссии парниковых газов при формировании индикаторов для эколого-энергетического аудита в холодильной промышленности // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2001. - №4. – С. 51-58.
2. Железний В. П., Быковец Н. П., Хлиева О. Я. Принципы эколого-энергетического анализа эффективности стекловаренных производств // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. - №5. – 45-53.
3. Железний В. П., Быковец Н. П., Хлиева О. Я., Степанова В.П., Суходольская А.Б. Методика расчёта эквивалентной эмиссии парниковых газов в промышленности // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2004. - №6. – 34-43.
4. Железний В. П., Хлиева О. Я., Быковец Н. П. Перспективы и проблемы применения углеводородов в качестве хладагентов // Холодильная техника. – 2002. - №7. – С. 14-16, - №8. – С. 5-9.
5. Железний В.П., Быковец Н.П., Хлиева О.Я., Степанова В.П. Методика расчета квот на эквивалентную эмиссию парниковых газов в промышленности // Энергосбережение, Безопасность, Экология в промышленности и коммунальной энергетике / Ялта: Ассоциация теплоэнергетических компаний Украины. 2003 – С. 98-102.
6. Железний В.П., Лысенко О.В., Рыбина Н.П. Эколого-термоэкономический метод анализа эффективности холодильного оборудования // Междунар. научно-практ. конф. "Экологическая и техногенная безопасность", Сб. науч. тр. – Харьков. – 2000. - С. 225-237.
7. Железний В.П., Быковец Н.П., Степанова В.П., Суходольська Г.Б. Методика расчета квот на эквивалентную эмиссию парниковых газов в промышленности // Энергетика, Энергосбережения, Энергосервис / Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, Одеса – 2004 – С. 60-63.
8. Железний В.П., Лысенко О.В., Рыбина Н.П. Новые показатели для оценки эколого-энергетической эффективности холодильной техники и технологи // Збірник наукових праць "Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в ВУЗах" (додаток до журналу „Холодильная техника и технология), Одеса: ОГАХ. – 1999. - С. 128-129.

9. Железний В.П., Быковец Н.П., Коляда Н.А. Перспективы применения тепловых насосов в тепличных хозяйствах юга Украины // Современные проблемы холодильной техники технологий / Сборник научных трудов 3-ей Международной научно-технической конференции (додаток до журналу „Холодильная техника и технология), Одесса: Изд-во ОГАХ, 2003. – С. 42-43.
10. Железний В.П., Быковец Н.П., Хлиева О.Я., Степанова В.Н. Учет эмиссии парниковых газов как метод контроля эколого-энергетической эффективности материальных ресурсов // Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в вузах / Збірник наукових праць науково-методичної конференції (додаток до журналу „Холодильная техника и технология), Одесса: Изд-во ОДАХ, 2003. – С. 79-81.
11. Железний В.П., Быковец Н.П., Степанова В.П., Суходольська Г.Б. Нормирование эквивалентной эмиссии парниковых газов в промышленности // Тези доповідей до Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека об’єктів господарської діяльності”. Миколаїв, 2004. – С. 51-52.
12. Железний В.П., Быковец Н.П., Степанова В.П., Суходольська Г.Б. Новые методические принципы преподавания курса «Эколого-энергетический аудит и менеджмент» с позиций ратификации Украиной Киотского протокола // Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в вузах / Збірник наукових праць науково-методичної конференції (додаток до журналу „Холодильная техника и технология), Одесса: Вид. ОДАХ, 2004. – С. 62-66.
13. Железний В.П., Быковец Н.П. Эколого-энергетическая эффективность применения тепловых насосов в тепличных хозяйствах // Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в вузах / Збірник наукових праць (додаток до журналу „Холодильная техника и технология), Одесса-Ізмаїл – 2005. – С. 35-36.
14. Железний В.П., Хлієва О.Я., Быковец Н.П. Эколого-энергетичні показники холодильного обладнання. Урахування впливу витоків холодоагенту // Холод М+Т. – 2003. – №5. – С. 16-19.
15. Железний В.П., Хлієва О.Я., Быковец Н.П. Робочі тіла холодильних установок. Вимоги до робочих тіл холодильних установок // Холод М+Т. – 2004. – № 3. – С. 22-25.
16. Железний В.П., Хлієва О.Я., Быковец Н.П. Робочі тіла холодильних установок // Холод М+Т. – 2004. – № 4. – С. 16-19.
17. Железний В.П., Быковец Н.П., Хлієва О.Я., Суходольська А.Б., Султангулов Д.М. Заміна холодильного агента R12 у вагонних кондиціонерах // Холод М+Т. – 2004. – № 5 – С. 8-14.

Особистий внесок автора в роботах, виконаних у співавторстві: [1, 3, 5, 6, 7, 9, 10] – збір інформації, літературний огляд, аналіз проблеми, участь в розробці формування нових екоіндикаторів, підготовка матеріалів до публікації; [2] – збір та аналіз інформації по роботі підприємства, енергетичний аудит, участь в розробці методики розрахунку ПЕЕПГ, розрахункові дослідження, підготовка матеріалів до публікації; [4] – літературний огляд, аналіз проблеми, розрахункові дослідження, підготовка матеріалів до публікації; [8, 11, 12] – розрахункові дослідження, доповідь та участь у дискусії, підготовка матеріалів до публікації; [9, 13] – літературний огляд по використанню ТН, засобів опалення теплиць, розрахункові дослідження, доповідь та участь у дискусії, підготовка матеріалів до публікації; [14-16] – збір інформації її аналіз, підготовка матеріалів до публікації, [17] – аналіз інформації по сервісним холодоагентам для заміни R12, розрахункові дослідження, підготовка матеріалів до публікації.

АНОТАЦІЇ

Быковец Н.П. Методика расчета эквивалентной эмиссии парниковых газов в промышленности (новые эколого-энергетические индикаторы для эколого-энергетического аудита и менеджмента). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.06. – Техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика – Одесская государственная академия холода, Одесса, 2006 г.

Диссертация посвящена развитию теоретических основ эколого-энергетического аудита и менеджмента ориентированного на рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в различных отраслях промышленности. В работе предлагается методика расчета Полной эквивалентной эмиссии парниковых газов (ПЭЭПГ) на полном жизненном цикле оборудования, а также методика верификации для крупных предприятий. Контроль за значением ПЭЭПГ величины позволяет формировать научно – обоснованные предложения, направленные на реализацию мероприятий, которые способствуют рациональному использованию невозобновляемых энергетических ресурсов и снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду. Отличительной особенностью предложенной методики являются возможности изучения структуры антропогенных потоков парниковых газов (ПГ) на всех этапах технологического процесса (от получения сырья, энергоносителей, материалов до утилизации устаревшего оборудования) и расчета допустимых квот на эквивалентную эмиссию диоксида углерода. В работе предложены новые экоиндикаторы, которые позволяют производить оценку и контроль экологической эффективности использования материальных и энергетических ресурсов в оборудовании и технологических процессах.

В работе изучены возможности использования разработанной методики расчета ПЭЭПГ применительно к объектам различной технической сложности: системы кондиционирования пассажирских вагонов, в которых используются сервисные хладагенты; технологический процесс отопления теплицы с использованием альтернативных систем получения тепла (включая тепловые насосы (ТН)), эколого-энергетический аудит отдельного предприятия (Одесский завод стеклоизделий).

Выполненный анализ термодинамических, эксплуатационных, экономических и экологических факторов при работе вагонного кондиционера МАБ П на различных сервисных хладагентах указывает на наибольшую перспективу применения R406A.

В диссертации приведен анализ целесообразности применения теплового насоса, работающего на различных альтернативных хладагентах, в системе теплоснабжения теплицы. Заключение о целесообразности применения ТН получено путем сопоставления энергетических, экономических и экологических факторов при сравнении с традиционно используемыми способами отопления. Показано, что с эколого-энергетической точки зрения наиболее рациональное использование энергетических ресурсов может быть достигнуто при применении ТН в режиме комбинированного производства тепла и холода. Анализ значений предложенного в работе эко -индикатора позволил определить наиболее перспективные для ТН альтернативные хладагенты, применение которых бу-

дет обеспечивать наиболее рациональное использование энергетических ресурсов и наименьшее антропогенное воздействие на окружающую среду.

В ходе проведения эколого-энергетического аудита на предприятии ОАО «Одесский завод стеклоизделий» была определена эффективность работы стекловаренной печи, произведен анализ структуры себестоимости выпускаемой продукции, анализ потребленных предприятием энергетических ресурсов, определена энергоёмкость единицы выпускаемой продукции. В соответствии с предложенной в работе методикой расчета ПЭЭПГ выполнена оценка эколого-энергетической эффективности использования энергетических ресурсов. Разработаны рекомендации по повышению эффективности работы предприятия, а также предложены новые эко-индикаторы, которые рекомендуются к применению при проведении эколого-энергетического аудита и менеджмента на предприятиях стекольной промышленности.

Ключевые слова: эколого-энергетическая эффективность, энергоёмкость, энергетические ресурсы, полный жизненный цикл, Полная эквивалентная эмиссия парниковых газов, верификация, эко-индикатор, тепловой насос, альтернативный хладагент.

Биковец Н.П. Методика розрахунку еквівалентної емісії парникових газів у промисловості (нові індикатори для еколого-енергетичного аудиту та менеджменту). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06. – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика – Одеська державна академія холоду, Одеса, 2006 р.

Дисертаційна робота присвячена розвитку методики розрахунку Повної еквівалентної емісії парникових газів (ПЕЕПГ), формуванню на основі отриманої під час верифікації інформації пропозицій та заходів, спрямованих на раціональне використання невідновлювальних енергетичних ресурсів. В роботі запропоновані нові еко-індикатори для еколого-енергетичного аудиту та менеджменту. Вони дозволяють проводити оцінку та контроль екологічної ефективності використання матеріальних та енергетичних ресурсів в обладнанні та технологічних процесах. Особливістю методики являється аналіз структури антропогенних потоків парникових газів (ПГ) на всіх етапах технологічного процесу та можливість розрахунку допустимих квот на еквівалентну емісію двоокису вуглецю.

В дисертації розглянуті можливості використання розробленої методики розрахунку ПЕЕПГ на об'єктах різної складності. Виконаний системний аналіз перспективності використання різних сервісних хладагентів для вагонного кондиціонера типу МАБ II. Розглянута еколого-енергетична доцільність використання теплових насосів (ТН) для опалення теплиць. Під час проведення еколого-енергетичного аудиту на підприємстві ВАТ «Одеський завод скловиробів» виконана оцінка еколого-енергетичної ефективності використання енергетичних ресурсів на підприємстві.

Розроблені практичні рекомендації стосовно використання альтернативних хладагентів у вагонних кондиціонерах, застосування ТН у системі теплозабезпечення теплиць, підвищення ефективності роботи підприємства ВАТ «Одеський завод скловиробів».

Ключові слова: еколого-енергетична ефективність, енергоємність, енергетичні ресурси, повний життєвий цикл, Повна еквівалентна емісія парникових газів, верифікація, еко-індикатор, тепловий насос, альтернативний холодоагент.

Bykovets N.P. Methods of computation of Full equivalent emission of greenhouse gases in the industry (new energy-ecological indicators for energy-ecological audit and management). – Manuscript.

Thesis is submitted for a degree of a Candidate of science, specialty 05.14.06 – Technical thermal physics and industrial heat-and-power engineering – Odessa State Academy of Refrigeration, Odessa, 2006.

The thesis is devoted to the development of the method of computation of Full equivalent emission of greenhouse gases (FEEGG). It is devoted to creation of suggestions and measures, which favour the rational use of unrenueable energy, resources on the base of obtained by verification data. New ecological indicators for ecological and energy audit and management are presented in the paper. They allow to value and control ecological efficiency of application of material and energy resources in equipment and in technological processes. The peculiarity of the method is the analysis of the structure of anthropogenous currents of greenhouse gases at all levels of technological processes and possibility to calculate permissible quotas for equivalent emission of carbon dioxide.

The possibilities of the use of developed method of computation of Full equivalent emission of greenhouse gases are listed in the thesis. System analysis of a long term application of various service refrigerants MAB II type carriage air-conditioner was carried out. The paper gives ecological and energy expediency of the use of heat pumps (HP) for greenhouse heat supply. During the accomplishment of energy-ecological audit at the enterprise "Odessa Glassware Plant" energy-ecological efficiency of energy resources use was estimated.

Practical recommendations concerning the use of alternative refrigerants in carriage air-conditioners were carried out along with the use of HP in the range of greenhouse heat supply and raising of the efficiency of work at enterprise "Odessa Glassware Plant".

Key words: energy-ecological efficiency, energy consumption, energy resources, entire life cycle, Full equivalent emission of greenhouse gases, verification, eco-indicator, heat pump, alternative refrigerant.

Надруковано в поліграфічному центрі

„Греческий дом”,

м. Одеса, вул. Віце-адм. Жукова, 3/7

Підписано до друку 3.05.2006. Обсяг 1 др. арк.

Наклад 100 прим. Замовлення № 196