

УДК 621:330.43:519.86

**РОЗРОБКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ ДІЇ
МІЖНАРОДНИХ УГОД ЗІ ЗМІНИ КЛІМАТУ**

Козуб О.М., аспірант, керівник Іншеков Є.М., канд. техн. наук
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»

Обґрунтовано необхідність впровадження комплексу заходів для вирішення проблеми підвищення еко- енергоефективності та зменшення викидів парникових газів шляхом удосконалення і ефективного використання механізмів та інструментів управління цим процесом.

Обоснована необходимость внедрения комплекса мер для решения проблемы повышения эко-энергоэффективности и уменьшения выбросов парниковых газов путем усовершенствования и эффективного использования механизмов и инструментов управления этим процессом.

Necessity of complex measures implementation for solving of problems with improving of environmental and energy efficiency by using of management's mechanisms and measures is grounded

Серед найважливіших умов сталого та пропорційного розвитку держави є вирішення проблем енергоємності виробництва та енергозабезпечення економіки, які протягом останніх років були (і залишаються) загрозою економічної, а відтак і національної безпеки.

В останні роки питання сталого розвитку країн є одними з пріоритетних, які розглядаються на всіх рівнях життя суспільств, як на державному рівні, так і на міжнародній арені. Уряди всіх розвинутих країн розглядають зараз свою політику, програми і практичні дії з позицій сталості. А якщо це торкається енергетичного сектора, який не може існувати окремо від інших галузей економіки і суспільного життя, то на перший план виходить поняття енергоефективності.

Інтенсивність і ефективність енерговикористання безпосередньо пов'язана з впливом на довкілля і глобальні процеси зміни клімату, що виявляється при видобутку енергоносіїв, виробництві, передачі, розподілі і споживанні необхідного виду енергії (електричної, теплової і інших). Тому всі ці поняття, фізичні явища, їх показники треба розглядати в комплексі. Для України це питання є вкрай актуальним [1].

Стан і розвиток виробничо-технологічного та, відповідно, соціально-економічного потенціалу України залежить від стану і розвитку вітчизняної промисловості.

Підприємства гірничо-металургійного комплексу України є найбільшими споживачами сировини, матеріально-технічних і паливно-енергетичних ресурсів, і відповідно виробниками промислової продукції. За даними національного інституту економічних досліджень в Україні металургійна галузь споживає більше 17% палива, 16% електроенергії та 13% природного газу від загального споживання в країні, саме тому особлива роль в енергозбереженні та збереженні мінеральних ресурсів належить металургії - базовій галузі промисловості [2].

У свою чергу, надвисокі витрати енергоносіїв можуть і вже привели до зниження

конкурентноздатності української металопродукції та втрати суттєвої частини зовнішнього та внутрішнього ринків.

Чорна металургія в Україні завжди була, залишається і буде залишатися однією з найбільш енергоємних галузей економіки країни. Однак слід відзначити, що останнім часом відбулися суттєві зміни у галузевому споживанні паливно-енергетичних ресурсів у напрямку скорочення питомих витрат ПЕР за окремими видами [3].

Споживання енергоресурсів на виробництво продукції українськими металургійними підприємствами починається суттєво перевищувати енерговитрати закордонних виробників вже з перших переділів. Так, енергоємність виробництва чавуну на українських метпідприємствах майже на 33 % вища, ніж на провідних підприємствах світу (табл. 1).

Таблиця 1 - Питомі витрати енергоресурсів на виробництво чавуну

Показники	ЄС	Китай	Україна
1. Витрати енергоресурсів, кг у.п./т	483,4	477,4	637,8
2. Витрати коксу, кг/т	383	398	503,8
3. Витрати природного газу, м ³ /т	–	–	82,2
4. Витрати кисню, м ³ /т	62,3	63,9	81,5

Таке становище склалося завдяки тому, що в Україні недостатньо застосовується поширена у світі технологія використання пиловугільного палива ПВП у доменних печах. Як заміник коксу та природного газу, ПВП використовувалося лише кількома металургійними підприємствами, а саме: ВАТ «Макіївський МЗ», ВАТ «Алчевський МК», ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ВАТ «ДМК ім. Дзержинського», ВАТ «Запоріжсталь» та ЗАТ «Донецьксталь-МЗ», – причому у значному обсязі тільки на останньому підприємстві.

Також Україна відстає у використанні сучасних технологій у сталеплавильному виробництві. Майже 45,2 % сталі виплавляється у мартенівських печах, у конвертерах – 51 %, в електросталеплавильних печах – тільки 3,8 %. У світі мартенівське виробництво залишилося тільки у Росії (23 %). У Німеччині у конвертерах виплавляється більше ніж 70 % сталі, а решта – у електросталеплавильних печах. Використання безперервного лиття заготовок в Україні складає близько 33 %, у той час, як у Росії – майже дві третини, у Німеччині – 98 % [4].

Споживання ПЕР у мартенівському виробництві сталі в Україні майже у 5 разів більше, ніж при конвертерному виробництві. При цьому споживання природного газу більше майже в 15 разів (табл. 2).

Таблиця 2 - Витрата енергоресурсів на виробництво сталі

Країна - виробник		Споживання ПЕР, кг у.п./т	Ефективність, %
Україна	Мартенівське виробництво	104,5	152,8
	Конвертерне виробництво	22,4	32,7
	Середнє по країні	68,4	100,0
Країни ЄС		17,4	25,4
Китай		17,7	25,9

Приведені дані свідчать, що середня енергоємність виробництва сталі в Україні майже в 4 рази більше, ніж провідних країнах світу. При цьому навіть конвертерне виробництво в Україні на 28 % більш енергоємне у порівнянні з конкурентами.

Використовування безперервного литва заготовок в Україні складає тільки 33 % об'єму виробництва прокату, в той же час в Росії – майже дві третини, у ФРН – 98 %. Це означає, що і у виробництві прокату українські металургійні підприємства по показниках енергоємності значно поступаються конкурентам (табл. 4).

Таблиця 3 - Витрата енергоресурсів на виробництво прокату

Країна-виробник	Споживання ПЕР, кг у.п./т	Ефективність, %
1. Україна	120,6	100,0
2. Країни ЄС	68,8	57,0
3. Китай	70,1	58,1

Внаслідок високого рівня зносу технологічного та енергетичного обладнання, застосування застарілих схем металургійних процесів, низького рівня використання вторинних енергоресурсів і великих втрат енергоносіїв українська металургія має значно більші питомі витрати енергоресурсів на виробництво основних видів продукції [5].

Гірничо-металургійний комплекс (ГМК) являється однією із галузей господарського комплексу України, що відрізняється значним обсягом виробництва продукції та рівнем споживання паливних ресурсів, і, як наслідок, займає належне місце серед виробників парникових газів.

Як і в інших енергоспоживаючих галузях, основним парниковим газом в чорній металургії є діоксид вуглецю (CO_2). Контроль за викидами ПГ в атмосферу на підприємствах чорної металургії не проводиться, так як ці гази не відносяться до групи шкідливих, тому їх оцінку за існуючими в Україні методиками можна зробити тільки по балансу спожитого палива.

Що стосується окремих підприємств, то в кожному конкретному випадку величини викидів ПГ в атмосферу можуть суттєво відрізнятись від середньогалузевих значень та вагомо впливати на величину емісії парникових газів. Тим більше їх необхідно враховувати при підготовці матеріалів для торгівлі квотами.

Головним фактором, який визначає емісію двоокису вуглецю в атмосферу при виробництві чорних металів, є паливо, що використовується на технологічні та енергетичні цілі, причому як його питомі витрати на одиницю товарної продукції, так і якісний склад. Питомі витрати палива на одиницю товарної продукції для кожного конкретного підприємства залежать від рівня досконалості діючих технологій, стану обладнання та ступеню завантаження виробництва.

Зниження енергоємності продукції являється необхідним засобом зниження викидів в атмосферу парникових газів, що в свою чергу, як наслідок, обіцяє подвійний економічний ефект. Не менш важливу роль при емісії в атмосферу двоокису вуглецю на підприємствах чорної металургії визначає склад і якість використаного палива. Підприємства чорної металургії України споживають у виробництві практично повний набір палива: вугілля, кокс, природний газ, коксовий газ, доменний газ і мазут. Вибір видів палива визначається

технологічними вимогами і при оптимальному їх співвідношенні забезпечуються мінімально можливі питомі витрати його на одиницю продукції. В останній час, в зв'язку з економічною кризою, від технологічних вимог часто відступають, що неминуче приводить до зростання питомої витрати палива. Розрахунок обсягів викидів ПГ на підприємствах ГМК в даному дисертаційному дослідженні проводився на основі методики [7], враховуючи особливості технологічних процесів кожного підприємства.

Розрахунок викидів парникових газів для кожного технологічного процесу вище вказаних підприємств можна описати загальною формулою:

$$V_{ik} = \sum_{j=1}^n A_{jk} \cdot EF_{ijk} \quad (1)$$

де V_{ik} – викиди парникового газу i , пов'язані з технологічним процесом підприємства k , т;

A_{jk} - обсяг виробництва j -ої продукції підприємством k , т ;

EF_{ijk} - коефіцієнт викидів парникового газу i підприємством k при виробництві одиниці j -ої продукції, т/т.

Результати розрахунків викидів ПГ при виробництві чавуну та мартенівської сталі наведені на рис.1 та рис.2.

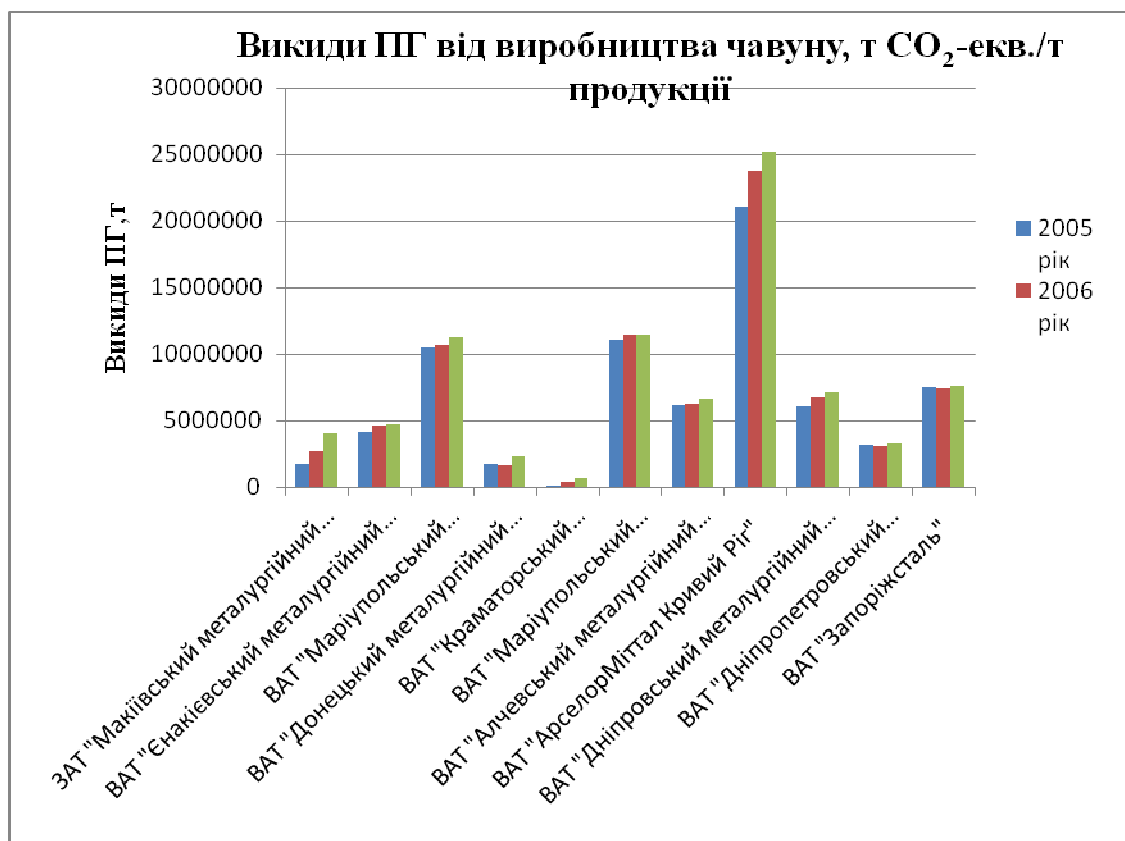


Рис. 1 – Викиди ПГ від виробництва чавуну, т CO₂-екв./т продукції

Джерело: розраховано і побудовано автором за даними Мінпромполітики.

Серед економічних механізмів спрямованих на зменшення викидів ПГ в рамках майбутніх міжнародних угод пропонується встановлення дозволів на емісію ПГ, тобто лімітування викидів ПГ [8]. Відповідно до заданих умов визначеного рівня викидів ПГ для кожного конкретного підприємства ГМК, мінімізувати загальні витрати ПЕР для найбільш енергоємних виробництв на підприємстві, відповідно мінімізувати кількість викидів ПГ на одиницю продукції для найбільш енергоємних виробництв підприємств ГМК; з позицій мінімального вмісту вуглецю максимізувати споживання окремого виду енергоресурсу (наприклад доменного або коксового газу) на одиницю продукції того чи іншого промислового виробництва підприємства ГМК.

Ціль: розробка методики розподілу зменшення викидів ПГ для кожного підприємства металургійного комплексу відповідно до встановлених лімітів для галузі та мінімізація використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на підприємствах гірничо-металургійного комплексу.

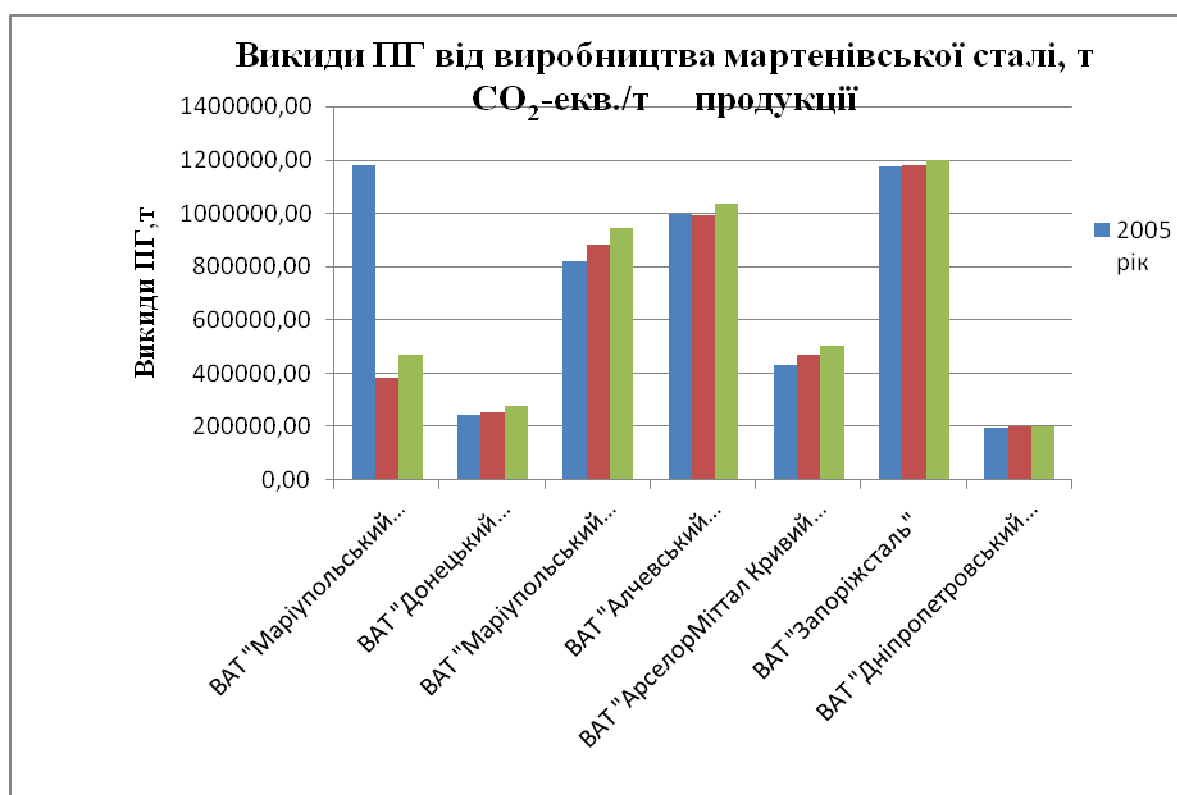


Рис. 2 – Викиди ПГ від виробництва мартенівської сталі, т CO₂-екв./т продукції

Джерело: розраховано і побудовано автором за даними Мінпромполітики.

Сформуємо матрицю питомих викидів ПГ в еквіваленті CO₂ підприємствами ГМК EF:

$$EF = \begin{pmatrix} EF_{11} & EF_{12} & \dots & EF_{1m} \\ EF_{21} & EF_{22} & \dots & EF_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ EF_{n1} & EF_{n2} & \dots & EF_{nm} \end{pmatrix} \quad (2),$$

Сформуємо матрицю загального виробництва продукції в цілому по галузі (усіма підприємствами ГМК) A :

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nm} \end{pmatrix} \quad (3),$$

$$f(EF_p, A_p) = (\overline{EF_p}, \overline{A_p}) = \sum_{i=1}^{nm} EF_i \cdot A_i \quad (4)$$

(8) – сумарні викиди ПГ по галузі до встановлених лімітів, т CO₂екв.

Умова досягнення визначеного рівня викидів для галузі:

$$f(EF, A) = (EF, A) = (1 - a) \cdot \sum_{i=1}^{nm} EF_i \cdot A_i \quad (5)$$

(5) - сумарні викиди ПГ по галузі після встановлення лімітів, т CO₂екв;

a – коефіцієнт скорочення викидів ПГ для галузі.

Тоді обсяг викидів ПГ i -тим підприємством після встановлення лімітів не може перевищувати:

$$f_k(A_k, EF_k) < R_k \cdot (1 - a) \cdot f(A, EF) \quad (6)$$

Річні викиди k -го заводу після встановлення лімітів для підприємств ГМК:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1^n = \sum_{j=1}^m A_{jk}^n \cdot EF_{jk}^n \leq R_1 \cdot (1 - a) \cdot f(EF, A) \\ V_2^n = \sum_{j=1}^m A_{jk}^n \cdot EF_{jk}^n \leq R_2 \cdot (1 - a) \cdot f(EF, A) \\ \dots \\ V_{n-1}^n = \sum_{j=1}^m A_{jk}^n \cdot EF_{jk}^n \leq R_{n-1} \cdot (1 - a) \cdot f(EF, A) \\ V_n^n = \sum_{j=1}^m P_{jk}^n \cdot EF_{jk}^n \leq R_n \cdot (1 - a) \cdot f(EF, A) \end{array} \right. \quad (7)$$

Головним завданням системи (7) являється накладення умов на обсяги викидів кожного заводу, тобто визначення R_k . Виходячи з встановлених обмежень для галузі й відповідно підприємств, встановимо обмеження на нижчому рівні – на рівні виробництв. Вхідними даними будуть технологічні коефіцієнти, питомі витрати палива і сировини.

Висновки

1. Зволікання держави із створенням внутрішніх інструментів призводить до нав'язування зовнішніх обмежень і, перш за все, у сфері міжнародної торгівлі. Вирішення цієї проблеми має розглядатися як одне з ключових завдань участі України у світовій системі заходів щодо протидії кліматичним змінам.
2. Необхідно впровадити комплекс заходів для вирішення проблеми підвищення енергоефективності та зменшення викидів парникових газів шляхом удосконалення і ефективного використання механізмів та інструментів управління цим процесом, серед яких одним із найважливіших являється методика розподілу зменшення викидів ПГ для кожного підприємства металургійного комплексу відповідно до встановлених лімітів для галузі та мінімізація використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на підприємствах гірничо-металургійного комплексу.
3. Запропонований підхід може бути основою для впровадження заходів зменшення (нейтралізації) шкідливих впливів на довкілля в рамках загальної стратегії еко-енергетичного управління підприємством та дозволяє визначати пріоритетні напрями вдосконалення виробництва та регулювати на державному рівні стан і розвиток металургійної промисловості.
4. Розроблена модель може бути пристосована для інших промислових комплексів країни з урахуванням особливостей їх виробничого процесу.
5. Формування чіткої позиції України щодо її майбутніх зобов'язань зі скорочення викидів ПГ та подальше її відстоювання, безумовно, є питанням державної ваги.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Праховник А.В., Ковалко М.П., Іншеков Є.М. Енергоефективність економіки – необхідна передумова екоенергетичної безпеки та сталого розвитку України// Науковий журнал „Экотехнологии и ресурсосбережение”. – К.: Інститут газу НАН України. – 2005. - Спеціальний випуск. - С. 49-52.
2. Промисловий комплекс України: економічні трансформації та пріоритети розвитку // Н.В. Тарасова, І.С. Калініченко, А.М. Горський, О.С. Зарудна; За ред. Б.М. Данилишина . – К: Наук. світ, 2005.- 182 с.
3. Промисловий комплекс України. – К: Видавничий дім «Україна», 2006, I том. - 175 с.
4. Сталинский Д.В. Научно-техническое обеспечение реконструкции предприятий горно-металлургического комплекса – эффективный инновационный путь снижения энергоемкости отечественной металлургической продукции. Каталог доповідей конференції «Інноваційні шляхи впровадження енергоефективних технологій створення конкурентоспроможної промислової продукції» 27–28 березня 2008. Київ, 2008.
5. Концепція державної цільової науково–технічної програми розвитку та реформування гірничо–металургійного комплексу України на період до 2020 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 квітня 2010 року.

6. *Иншеков Є.М., Кравченко О.М.* Підвищення енергоефективності металургійного комплексу в умовах дії Кіотського протоколу // Промелектро. – 2009. – №3. – С.36-42.
7. Методика проведення інвентаризації викидів парникових газів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України.- Харків: УкрДНТЦ «Енергосталь», 2009
8. <http://news.ligazakon.ua/news/2009/7/3/15177.htm> Елена Адамантис, **ЛІГА: ЗАКОН.** Підприємства можуть обязать получать разрешения на антропогенные выбросы.