

ВРАХУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИТРАТ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПОТЕНЦІАЛІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ГАЛУЗЯХ ТА РЕГІОНАХ

Розглянуто екологічні фактори та показники екологічної ефективності, що можуть впливати на показники енергетичної ефективності та, у подальшому, на потенціали енергозбереження. За розробленою методикою визначено енергоємність заходів з охорони навколишнього середовища при виробництві чавуну, цементу, коксу. Оцінено вплив зазначеної енергоємності на потенціали енергозбереження у цементному виробництві та, за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів у доменному, коксохімічному та цементному виробництвах, у Донецькій області.

Ключові слова: екологічні фактори, показники енергетичної ефективності, потенціали енергозбереження, енергоємність продукції.

Останнім часом в Україні все більше уваги приділяється екологічному стану та питанням захисту навколишнього середовища. Екологічні нормативи постійно стають жорсткішими, для їх досягнення необхідно встановлювати нове або додаткове очисне обладнання. Вартість енергоносіїв та платежі за забруднення навколишнього середовища за останні роки значно зросли, тому питання визначення впливу екологічних факторів на показники енергетичної ефективності та потенціали енергозбереження потребують дослідження.

Одним з поширених показників енергетичної ефективності, який дозволяє визначити прямі та непрямі витрати енергоресурсів у технологічних процесах, виявити найбільш енергоємні компоненти і оцінити ефективність енергозберігаючих заходів, що реалізуються на підприємствах, є повна енергоємність продукції та послуг, що визначається за ДСТУ 3682–98. До її складу входить повна енергоємність заходів з охорони навколишнього середовища, яку, як правило, не враховують, оскільки наведена у стандарті загальна формула розрахунку потребує попередніх обчислень, алгоритми яких відсутні. У роботах [1, 2] запропоновано методику, яка дозволяє на основі заданих параметрів підприємства (наявність, вид та технічні характеристики очисного обладнання, обсяги викидів, скидів та розміщених відходів тощо) визначити зазначені енерговитрати.

В 2010 році Верховна Рада ратифікувала Протокол про приєднання України до Догово-

ру про заснування Енергетичного Співтовариства. В зв'язку з цим Україна має виконати вимоги низки директив, в тому числі Директиви 2001/80/ЄС “Про обмеження викидів деяких забруднюючих повітря речовин від великих установок спалювання” – до 1 січня 2018 року. На сьогоднішній день прийнята нова Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди, яка встановить більш жорсткі нормативи і в майбутньому замінить Директиву 2001/80/ЄС.

До екологічних факторів економісти відносять: обсяги забруднюючих речовин, які утворюються в результаті виробництва продукції; витрати на заходи для охорони навколишнього середовища; законодавство про його охорону; рівень забруднення і громадський рух на захист довкілля (“зелені”) [3, 4].

З проведеного аналізу літературних джерел видно, що під екологічними факторами розуміються ті чинники, що впливають на стан довкілля (забруднюючі речовини, що утворюються в процесі виробництва) та заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу діяльності людини на навколишнє середовище.

У результаті досліджень визначено, що екологічними факторами, які впливають на енергоємність виробництва продукції та її види: електро-, тепло-, паливоємність – і, в подальшому, на потенціали енергозбереження, є самі викиди, скиди та тверді відходи, на знешкодження яких необхідні енергетичні витрати.

Проведений аналіз показав, що на галузевому та регіональному рівнях важливими показниками екологічної ефективності, які характеризують екологічну діяльність підприємства, є:

питомі викиди, скиди забруднюючих речовин та утворені тверді відходи; річні обсяги викидів, скидів по видах забруднюючих речовин та розміщених відходів; обсяг викидів забруднюючих речовин, що потенційно впливають на зміну клімату; вартість та енергоємність очистки димових газів, стічних вод і розміщення відходів.

На регіональному рівні як питомі показники екологічної ефективності використовуються: щільність викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел та обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на 1 особу.

Дослідження впливу енергетичних витрат на заходи з охорони навколишнього середовища та показники енергетичної ефективності виробництв практично відсутні, тому визначення величини цих витрат та їх вплив на енергетичну ефективність є актуальною задачею. Водночас визначення їх впливу на потенціали енергозбереження дозволяє прогнозувати потребу в енергоресурсах з урахуванням необхідності прийняття європейських екологічних нормативів у майбутньому.

Мета статті – запропонувати підхід до визначення впливу екологічних факторів на показники енергетичної ефективності та потенціали енергозбереження на рівні галузей та регіонів.

У статті визначення впливу екологічних факторів на показники енергетичної ефективності та потенціали енергозбереження на галузевому рівні проводилось на прикладі енергоємних виробництв (зокрема доменному, коксохімічному і цементному) та на регіональному рівні – в Донецькій області, яка є однією з найбільш промислово розвинутих, та, відповідно, має високе техногенне навантаження на навколишнє середовище.

З прийняттям у кінці 2010 року Податкового кодексу України введено екологічний податок, в тому числі за викиди CO₂. Ставки податку, порівняно з нормативами збору за забруднення навколишнього середовища, які діяли до прийняття кодексу, збільшились на порядок. Таким чином, це збільшить фінансові витрати підприємств і буде спонукати впроваджувати енергозберігаючі заходи, в результаті яких зменшиться обсяг спалювання палива і, відповідно, викиди забруднюючих речовин та парникових газів. Згідно з перехідними положеннями Податкового кодексу, з 1 січня 2011 року

до 31 грудня 2012 року включно ставки податку становлять 50 % від ставок, передбачених в кодексі; з 1 січня 2013 року до 31 грудня 2013 року – 75 %; з 1 січня 2014 року ставки податку становитимуть 100 % від ставок екологічного податку.

Збільшення екологічних платежів буде одним з важелів, які стимулюють впровадження енергозберігаючих заходів, тому можна зазначити, що вони опосередковано впливають на енергоємність продукції.

Впровадження енергозберігаючих заходів у більшості випадків приводить до зменшення утворення шкідливих речовин, тобто до зменшення обсягу шкідливих речовин, віднесених на одиницю продукції. Це, в свою чергу, приводить до зменшення енерговитрат на роботу очисного обладнання. З іншого боку, посилення екологічних нормативів буде спонукати встановлювати додаткове очисне обладнання на підприємствах, що викличе збільшення енерговитрат на роботу очисного обладнання, віднесених на одиницю продукції. Це збільшення може бути відчутним при значному посиленні екологічних нормативів. Тому тільки за допомогою конкретних розрахунків можна визначити вплив енерговитрат на роботу очисного обладнання на показники енергетичної ефективності.

Оцінка впливу екологічних факторів на показники енергетичної ефективності при виробництві чавуну. Проведені розрахунки за запропонованою методикою [2] показали, що при очисному обладнанні, яке, згідно з літературними даними, має бути встановлено, енергоємність очистки викидів та стічних вод у доменному цеху (одному з найбільш екологічно брудних на металургійному підприємстві) становить 17,2 кВт-год/т, тобто 6,4 кг у.п./т чавуну або 0,85% від прямих енерговитрат на виробництво чавуну. При цьому витрати електроенергії на знешкодження викидів (11,67 кВт-год/т) майже дорівнюють прямим витратам електроенергії на виробництво чавуну у 2005 році (11,71 кВт-год/т) [5]. Тверді відходи доменного виробництва останнім часом використовуються як вторинні матеріальні ресурси у інших виробництвах (будівництві, виробництві цементу тощо) [6], тому витрати на їх знешкодження прийняті рівними нулю.

Для підприємства потужністю 1 млн т чавуну в рік витрати електроенергії на очистку

газів, очистку та відведення стічних вод становитимуть близько 17 млн кВт·год.

За розрахунками, під час впровадження в доменному виробництві технології вдування пиловугільного палива, пряма енергоємність виробництва чавуну, залежно від обсягів заміщення коксу, природного газу та режимів роботи, зменшується на 12–22%. Екологічний ефект полягає в тому, що приготування пиловугільного палива супроводжується значно меншим забрудненням атмосфери і водного басейну, ніж виробництво коксу [7].

Дані щодо зміни обсягів викидів забруднюючих речовин у зв'язку з використанням технології вдування пиловугільного палива відсутні, як і відомості про зміни у системах очистки газів та стічних вод, тому енерговитрати на заходи з охорони навколишнього середовища під час впровадження цієї технології у даному дослідженні не визначені.

Доменний газ, який після печі проходить очистку, на металургійних комбінатах направляється у виробництво як вторинний енергетичний ресурс, у зв'язку з чим складно оцінити енергетичні витрати на очистку газу, необхідні для досягнення європейських екологічних нормативів.

Внаслідок відсутності даних щодо обсягів викидів забруднюючих речовин при виробництві чавуну як з використанням природного газу, так і з використанням пиловугільного палива, екологічний податок у дослідженні не оцінено.

Оцінка впливу екологічних факторів на показники енергетичної ефективності при виробництві цементу. На цементних заводах основним видом впливу на навколишнє середовище є викиди в атмосферу. Енергозберігаючим заходом, який дає найбільшу економію енергоресурсів та зменшення викидів, є переведення печей по виробництву клінкера з мокрого способу виробництва на сухий.

Проведені у роботі [2] розрахунки показали, що енергоємність заходів з охорони навколишнього середовища при виробництві цементу сухим способом становить 5,1 кг у.п./т цементу (використовується циклон з електрофільтром) або 3,4 кг у.п./т цементу (використовується циклон з тканинним фільтром), у тому числі витрата електроенергії на очистку газів становитиме 11 та 7 кВт·год/т цементу відповідно. На очистку газів витрачається від 6% до 12% від електроспоживання при виробництві

цементу. У масштабі галузі при виробництві 10 млн т цементу в рік ця величина оціночно становитиме 90 млн кВт·год/рік.

Енергоємність заходів з охорони навколишнього середовища при виробництві цементу мокрим способом становить 5,7 кг у.п./т цементу (використовується циклон з електрофільтром) або 4 кг у.п./т цементу (використовується циклон з тканинним фільтром), у тому числі витрата електроенергії на очистку газів становитиме 12 та 8 кВт·год/т цементу відповідно. На очистку газів витрачається від 6 до 10% від електроспоживання при виробництві цементу. У масштабі галузі при виробництві 10 млн т цементу в рік ця величина оціночно становитиме 100 млн кВт·год/рік.

Оскільки дані щодо наявного очисного обладнання відсутні, припустимо, що на сьогоднішній день встановлено 25% обладнання, необхідного для досягнення європейських нормативів, тобто при сухому способі виробництва витрачається 2,2 кВт·год/т цементу, при мокрому – 2,5 кВт·год/т.

У разі використання не чинної Інструкції про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища величина сплати збору цементним підприємством, яке виробляє 2,5 млн т цементу в рік, оціночно становила 36 тис. грн у 2010 р., за новим Податковим кодексом з 1 січня 2014 р. становитиме 550 тис. грн; для підприємства, яке перейшло на сухий спосіб виробництва, ці значення становитимуть, відповідно, 23 та 268 тис. грн.

Оцінка впливу екологічних факторів на показники енергетичної ефективності при виробництві коксу. У коксохімічному виробництві при виробництві коксу газу після коксових батарей направляються в хімічні цехи для виділення з них цінних хімічних речовин, тому екологічним фактором, який може впливати на показники енергетичної ефективності, є плата за забруднення навколишнього середовища. Для підприємства, що випускає 1,75 млн т коксу за рік (під час використання мокрого гасіння коксу, який на сьогодні є традиційним для України) плата за викиди за цінами 2005 р. становила 125,8 тис. грн, за цінами 2010 р. – 388,6 тис. грн. При виробництві коксу з використанням сухого способу гасіння плата за викиди становила б 112,1 та 346,2 тис. грн відповідно, тобто на 13,7 та 42,4 тис. грн менше. З

Прямі енерговитрати на заходи з охорони навколишнього середовища

Виробництво	Технологія		Технологія	
	традиційна для України	енергозберігаюча	традиційна для України	енергозберігаюча
	у натуральних одиницях		в % від прямої енергоємності	
При існуючому очисному обладнанні				
Цемент, кг у.п./т ц в т.ч. електроенергії, кВт-год/т	2,5 2 – 3	2,2 1,75 – 2,75	0,35 – 0,5	0,3 – 0,45
Чавун	6,4	н.д.	0,85	н.д.
При впровадженні європейських норм				
Цемент, кг у.п./т ц в т.ч. електроенергії, кВт-год/т	4 – 5,7 8 – 12	3,4 – 5,1 7 – 11	1,5 – 2	2 – 3
Чавун	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.

1 січня 2014 р. екологічний податок оціночно становитиме 3,95 млн грн (мокре гасіння коксу) та 3,73 млн грн (з УСГК). Зменшення плати за викид – 225,8 тис. грн.

Результати розрахунків прямих енерговитрат на заходи з охорони навколишнього середовища наведено в таблиці.

Оцінка впливу екологічних факторів на потенціали енергозбереження у галузях. Дослідження впливу енерговитрат, необхідних для роботи очисного обладнання, на потенціали енергозбереження у межах галузі проведено на прикладі одного енергоємного виробництва – виробництва цементу. При проведенні розрахунків було прийнято, що норми викидів є сталими і дослідження впливу зміни граничних значень викидів у бік їх зменшення не проводилось.

У 2008 р. в Україні було вироблено 14,8 млн т цементу, з них сухим способом 2 млн т (13%), мокрим – 12,8 млн т (87%). Тоді на очистку відхідних газів оціночно було витрачено 148 млн кВт-год/рік або в середньому по галузі 10 кВт-год/т цементу. У 2010 р. обсяги виробництва зменшились на 36% до 9,4 млн т цементу, з них сухим способом – 1,8 млн т (19%), мокрим – 7,6 млн т (81%). Тоді на очистку відхідних газів оціночно було витрачено 93,5 млн кВт-год/рік або в середньому по галузі 9,95 кВт-год/т цементу.

У 2008 р. було розроблено проекти будівництва нових сухих печей на трьох заводах (мокрі печі на них будуть законсервовані), на одному заводі будівництво розпочалось. У 2009 р. почалось будівництво нового заводу у Криму. Про плани щодо будівництва сухих печей заяв-

лено ще на трьох заводах, проте проектів ще немає, тому в дослідженні розглядався сценарій модернізації заводів у 2 етапи: будівництво і пуск печей, проекти яких вже розроблено і, на другому етапі – будівництво печей на тих заводах, які заявили про ці плани.

На першому етапі після спорудження нових об'єктів потужність сухих печей становитиме 11,7 млн т (47% від загальної встановленої потужності), мокрих – 12,9 млн т в рік. У зв'язку з економічною кризою введення нових об'єктів, що вже споруджуються, переноситься, а будівництво запланованих ще не почалось. Ймовірно пуск усіх нових печей відбудеться до 2014 – 2015 рр. і обсяги виробництва 2008 року будуть досягнуті у 2014 – 2015 рр.

Очевидно, що у 2015 р. потужності будуть неповністю завантажені. У разі завантаження потужностей сухих печей на 70% та мокрих – на 60% (виробництво 16 млн т/рік, з них 51% сухим способом) енергоємність виробництва цементу в середньому по галузі зменшиться з 269 кг у.п./т (рівень 2008 р.) до 224 кг у.п./т. На очищення відхідних газів необхідно буде витратити 153 млн кВт-год/рік, або 9,57 кВт-год/т цементу. Потенціал енергозбереження в галузі в цьому випадку по відношенню до базового 2008 року становитиме 700 тис. т у.п. Оскільки при сухому способі виробництва спалюється менше палива і утворюється менше відхідних газів, то на їх очистку буде витрачатись на 8,7% електроенергії менше. Економія на очистку в межах галузі становитиме 2,7 тис. т у.п. або 0,4% від потенціалу енергозбереження.

На другому етапі впровадження сухого спо-

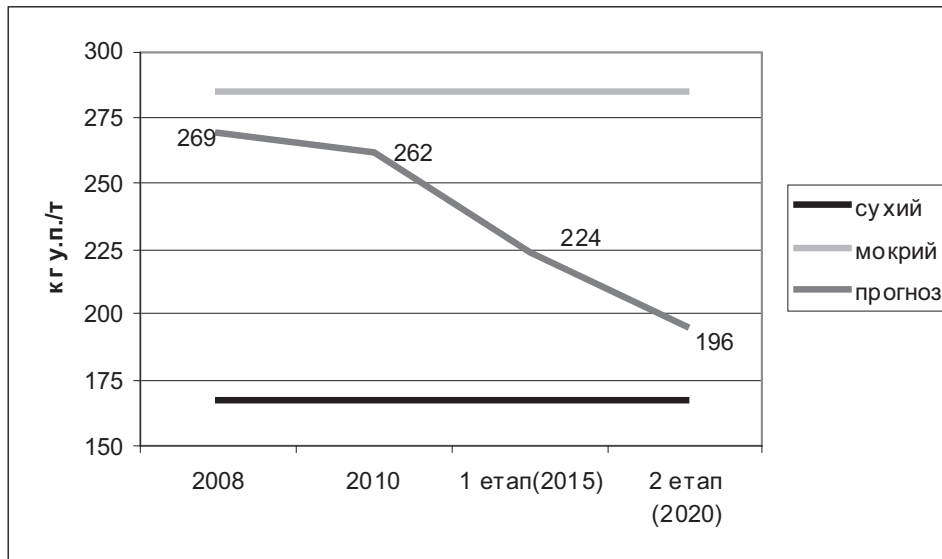


Рис. 1. Прогноз енергоємності виробництва цементу до 2020 р.

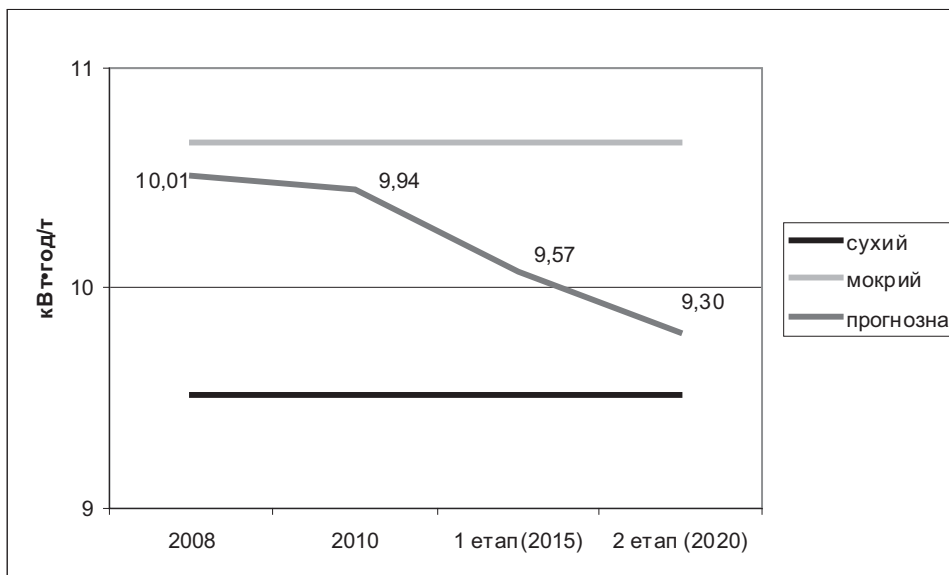


Рис. 2. Питомі витрати електричної енергії на очищення викидів при виробництві цементу

собу виробництва планується ще на трьох підприємствах, встановлена потужність яких становить 4,6 млн т. Проектів будівництва ще немає, тому при розрахунках прийнято, що потужність нових печей, збудованих на зазначених заводах, становитиме 7,5 млн т. Таким чином, сумарна потужність сухих печей після другого етапу модернізації цементних підприємств становитиме 19,2 млн т (72%), мокрих – 7,4 млн т (28%). При завантаженні потужностей сухих печей на 80% та мокрих – на 70% (виробництво 20 млн т/рік, з них 75% сухим способом) енергоємність виробництва

цементу в середньому по галузі зменшиться до 196,5 кг у.п./т (див. рис. 1).

На очищення димових газів після другого етапу модернізації необхідно буде витратити 186 млн кВт·год/рік, або 9,3 кВт·год/т цементу. Таким чином, споживання електроенергії очисним обладнанням збільшиться, проте питомі витрати в середньому по галузі зменшаться на 7% по відношенню до 2008 р. (див. рис. 2).

Потенціал енергозбереження після другого етапу модернізації по відношенню до базового 2008 року становитиме 1,5 млн т у.п. У зв'язку з домінуванням сухого способу виробництва на

очистку відхідних газів буде витрачатись менше електроенергії, економія на очистку в межах галузі становитиме 6 тис. т у.п. або 0,4% від потенціалу енергозбереження.

Якщо на підприємствах, які використовують мокрий спосіб виробництва, очисне обладнання встановлено не на всіх вузлах пиловиділення, або встановленого обладнання недостатньо для досягнення нормативів викидів, то після модернізації підприємства необхідно встановити додаткове або нове очисне обладнання, після чого зростуть енерговитрати на його функціонування порівняно з тими, які були при мокрому способі. Якщо припустити, що на заводах було встановлено 25% від необхідного очисного обладнання, то після модернізації на першому етапі сумарні енерговитрати на функціонування очисного обладнання зростуть у 3 рази (з урахуванням росту виробництва та зміни структури виробництва); на другому етапі – у 4 рази. Зростання енерговитрат на першому етапі становитиме 6,3% від потенціалів енергозбереження у галузі, на другому етапі – 4%.

Вплив екологічних факторів на показники енергетичної ефективності та потенціали енергозбереження у регіонах. Економічно доцільний потенціал енергозбереження на рівні регіону визначається за формулою [8]:

$$P_{e.d.}^p = \sum_j P_{e.d.j} + P_{in}, \quad (1)$$

де $j - j \div J$ індекс певної галузі, підприємства якої знаходяться у регіоні; $P_{e.d.j}$ – обсяг економічно доцільного потенціалу енергозбереження в t -й рік для j -ї галузі; P_{in} – загальний економічно доцільний потенціал енергозбереження інших галузей економіки з незначним обсягом виробництва продукції (оцінюється експертно).

У Донецькій області розташовано такі енергоємні виробництва: 4 цементних, 6 коксохімічних заводів та 7 металургійних комбінатів. На виробництво коксу, чавуну та цементу витрачається 29% палива, 20% теплоенергії та 5% електроенергії від енергоспоживання області.

Сумарний економічно доцільний потенціал енергозбереження у Донецькій області за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів на підприємствах коксохімічної, цементної промисловості та у доменному виробництві становитиме 2,4 млн т у.п. У разі встановлення нового або додаткового очисного обладнання

потенціал енергозбереження зменшиться в області на 4% або на 95 тис. т у.п.

ВИСНОВКИ

У результаті досліджень встановлено, що основними екологічними факторами, які впливають на показники енергетичної ефективності та потенціали енергозбереження в галузях та регіонах, є викиди, скиди та тверді відходи, на знешкодження яких необхідно витрачати енергетичні ресурси, що потребує додаткових енергетичних витрат на заходи з охорони навколишнього середовища на підприємстві. Крім того, визначено, що збільшення екологічних податків може бути одним з важелів, який стимулюватиме впровадження енергозберігаючих заходів, тому можна зазначити, що екологічні податки є фактором, який опосередковано впливатиме на енергоємність продукції.

Реалізація заходів з охорони навколишнього середовища вимагає додаткових коштів та збільшить повну енергоємність продукції, проте за рахунок зменшення обсягів шкідливих речовин будуть зменшені платежі за забруднення навколишнього середовища, покращиться екологічний стан у місцях функціонування підприємств, що позитивно вплине на здоров'я населення та працівників підприємств, зменшиться швидкість зношення основних виробничих фондів, яка викликана дією забруднюючих речовин у навколишньому середовищі антропогенного походження.

За розробленою методикою визначення енергоємності заходів з охорони навколишнього середовища розраховано зазначені енерговитрати при виробництві цементу та чавуну, а також їх частку у енергоємності продукції та вплив на потенціали енергозбереження.

На сьогоднішній день енергетичні витрати на функціонування очисного обладнання є невеликими порівняно з прямими енергетичними витратами на виробництво продукції (до 1%).

Для досягнення нових для України європейських екологічних нормативів на підприємствах необхідно встановлювати нове або додаткове очисне обладнання, що приведе до збільшення енергоспоживання ним до 2 – 3% від енерговитрат на виробництво продукції та, відповідно, до зменшення потенціалів енергозбереження. Встановлено, що в цілому зменшення

потенціалів енергозбереження становитиме до 6% залежно від виду виробництва та ступеня очистки. Оціночно енергоємність заходів з охорони навколишнього середовища на підприємстві для деяких видів кінцевої продукції, при встановленні обладнання, яке забезпечить європейські екологічні нормативи (з урахуванням екологічних витрат по всіх переділах і допоміжних цехах), досягне 7%.

1. *Розробка* методів визначення та обрахування показників енергетичної ефективності енергоємних технологій промисловості на базі використання методів повної енергоємності, енергетичного та ексергетичного аналізу: Звіт про НДР (заключн.): “Показники” / Кер. В.Д. Білодід. – Київ: Інститут загальної енергетики НАН України, 2009. – 220 с. – ДР№0107U001055.-ДОН№0210U000163.
2. *Станиціна В.В.* Енергоємність заходів з охорони навколишнього середовища як складова повної енергоємності продукції / В.В. Станиціна // Проблеми загальної енергетики. – 2011. – № 4(27). – С. 47–52.
3. *Садеков А.А.* Экологические факторы в создании рыночных стратегий предприятия [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/Articles/kultnar/knp200013/knp13_11.doc.
4. *Новосад В.О.* Екологічна складова в ціноутворенні на підприємствах теплоенергетичної галузі

України: Автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.08.01. Сум. держ. ун-т. – Суми, 2000. – 20 с.

5. *Станиціна В.В.* Визначення показників екологічної ефективності енергозберігаючих заходів, що впроваджуються у промислових технологіях на різних рівнях управління економікою / В.В. Станиціна, А.І. Симборський, О.Є. Маляренко // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: Сб. науч. ст. к XVII Междунар. науч.-практ. конф. – 2009. – Т. 1. – С. 55–62.
6. *Дворкин Л.И.* Строительные материалы из отходов промышленности: Учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – “Феникс”, 2007. – 368 с. – Режим доступу: <http://bibliotekar.ru/spravochnik-110-stroitelnye-materialy/6.htm>.
7. *Бутенко Н.В.* Эколого-экономическая оценка использования пылеугольного топлива в доменном производстве / Н.В. Бутенко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/Articles/kultnar/knp200013/knp13_11.doc.
8. *Наукові основи, методологія та алгоритми визначення теоретичних, технічно можливих і економічно доцільних потенціалів енергозбереження, комплексної оцінки енергозберігаючих заходів:* Звіт про НДР (заключн.) / Кер. В. Білодід. – Київ: Інститут загальної енергетики НАН України, 2008. – 253 с. – ДР№0106U009434, ДОН№0208U010145.

Надійшла до редколегії 26.03.2012