

Аналіз та оцінка впливу шкідливих викидів ТЕС України на навколишнє середовище

Тетяна Коваленко¹, Павло Коваленко²

¹Кафедра теплотехніки та теплових електричних станцій, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: kovalenkotaniy@gmail.com

²Цикл цивільного захисту та безпеки життєдіяльності, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, УКРАЇНА, м.Львів, вул. Пекарська, 50, E-mail: kovalenkotaniy@gmail.com

The development of science and technology continually affects the growth of human impact on the environment. Especially in our time, the problem of pollution of the atmosphere, lithosphere and hydrosphere and their negative impact on the biosphere, human life and health becomes more and more relevance in the world. Therefore, the analysis of current research and publications concerning the effects of emission of thermal power plants in Ukraine on the environment have been done in this work. The reasons that lead to the pollution of the biosphere were generalized and the ways to overcome this environmental problem were given. The main conclusions of the work were made according to the scientific research.

Ключові слова – теплові електричні станції, паливо, шкідливі викиди, забруднення біосфери, навколишнє середовище, екологічна проблема.

I. Вступ

Основа життя людини складає навколишнє природне середовище, а основу сучасної цивілізації – природні ресурси, з яких виробляється енергія. Від стану паливно-енергетичного комплексу залежать темпи науково-технічного прогресу та промислового виробництва, а отже, і життєвий рівень людей. Електроенергетика – з одного боку є основою розвитку всіх без винятку галузей народного господарства, а з другого – джерело техногенного впливу на довкілля, що суттєво погіршує безпечні умови життєдіяльності в системі "людина – життєве середовище".

Одне з провідних місць в енергетиці України займають теплові електричні станції (ТЕС) на яких, як первинне джерело енергії, використовують органічне паливо. Вплив ТЕС на навколишнє середовище залежить від кількісних та якісних характеристик відходів, що утворюються у послідовному технологічному ланцюгу роботи станції. На сьогоднішній час використання електроенергії зростає, а це в свою чергу призводить до подальшого інтенсивного збільшення різноманітних впливів шкідливих викидів ТЕС на всі компоненти навколишнього середовища у глобальних масштабах [1].

II. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання, пов'язані з глобальними проблемами людства є тематикою сталого розвитку та раціонального використання природних ресурсів. Дослі-

дженнями їх займалися закордонні та вітчизняні вчені, такі як В.Леонтєв, М.Кастельз, Б.Баді, О.Тоффлер, Д.Медоуз, Дж.Форрестер, М.Максимова, І.Фролов тощо [2].

Останнім часом, проблема енергетичної безпеки, зокрема енергоефективності, надійності забезпечення паливно-енергетичними ресурсами, пошуку альтернативних джерел енергії, впливу паливно-енергетичного комплексу на екологічний стан довкілля [3] та соціально-економічний розвиток країни активно дискутуються як в політичних колах, так і в працях вітчизняних вчених та аналітиків [4–6], що є предметом глибокого аналізу міжнародних організацій та великих корпорацій: Міжнародної енергетичної агенції (International Energy Agency, IEA), Організації економічного співробітництва та розвитку (Organization of Economic Cooperation and Development, OECD), Агентства з питань енергетики США (Energy Information Administration), компанії British Petroleum (BP) тощо. Найновішими дослідженнями в цій галузі є праці О. Рябчина, Є. Єнька та О. Сердюченка [7–9], котрі приділяли основну увагу правовим, глобалізаційним, зовнішньополітичним аспектам енерго-екологічної безпеки життєдіяльності людини та суспільства.

III. Формулювання цілей статті

Провести аналіз та оцінку впливу шкідливих викидів ТЕС України на навколишнє середовище. Узагальнити причини, що призвели до загрожуючого стану довкілля та шляхи подолання цієї екологічної проблеми.

IV. Постановка проблеми

На сьогоднішній день, викиди теплових електростанцій в Україні у 5–30 разів перевищують стандарти Європейського Союзу [10], і вони є основним валовим забруднювачем атмосферного повітря в державі. Тому, забезпечення сприятливих умов для проживання мешканців міст країни є основною актуальною проблемою, яка потребує аналізу впливу шкідливих викидів ТЕС на навколишнє середовище та прийняття шляхів вирішення даної екологічної проблеми. Головною метою такого аналізу є попередження природно-техногенних аварій і катастроф.

V. Виклад основного матеріалу досліджень

Взаємодія енергетичного підприємства з навколишнім середовищем відбувається на всіх стадіях добування та використання палива, перетворення та передачі енергії.

На частку ТЕС припадає біля 30 % всіх викидів, а це пов'язано, здебільшого, з екологічними аспектами спалювання органічного палива [10].

Вплив енергетики на довкілля має двоякий характер: по-перше, енергетика - споживач природних ресурсів (кисень, вода, викопне паливо, земельні площі);

по-друге, енергетика - джерело шкідливих відходів, радіаційного і електромагнітного випромінювання, одна з причин парникового ефекту.

На сьогодні усі шкідливі викиди є регламентовані за показниками гранично допустимих концентрацій у вигляді максимально разових і середньодобових значень (табл. 1).

ТАБЛИЦЯ 1

ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ [4]

Назва речовини	Гранично допустимі концентрації, мг/м ³	
	максимально разова	середньодобова
Діоксид азоту NO ₂	0,085	0,085
Окис азоту NO	0,25	0,25
Зола	0,5	0,15
Сажа, кіпоть	0,15	0,05
Діоксид сірки SO ₂	0,5	0,05
Окис вуглецю CO	3,0	1,0
Сірководень H ₂ S	0,008	0,008
Бенз(а)пірен C ₂₀ H ₁₂	–	1,0 – 10 ⁻⁶
Формальдегід	0,005	0,012
Нітробензол C ₆ H ₅ NO	0,008	0,008
П'ятиокис ванадію V ₂ O ₅	–	0,002
Хлор	0,1	0,03
Ртуть металева	–	0,0003

ТЕС активно споживають повітря. Продукти згорання, які утворюються, передають основну частину теплоти робочому тілу енергетичної установки, частина теплоти розсіюється в навколишнє середовище, а частина виноситься з продуктами згорання крізь димову трубу в атмосферу. Продукти згорання, що викидаються в атмосферу, містять оксиди азоту NO_x, вуглецю CO_x, сірки SO_x, вуглеводні, водяну пару та інші речовини у твердому, рідкому та газоподібному станах (табл. 2).

ТАБЛИЦЯ 2

УСЕРЕДНЕНІ ПОКАЗНИКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ТЕС [11]

Назва речовини, мг/м ³	Вид палива			
	кам'яне вугілля	буре вугілля	мазут	природний газ
CO ₂	6,0	7,7	7,4	0,002
NO _x	21,0	3,45	2,45	1,9
Тверді частинки	1,4	2,7	0,7	–
Фтористі сполуки	0,05	0,11	0,004	–

З табл. 1, 2 і 3 видно, що значення концентрацій викидів золи, NO_x, CO₂ тощо значно перевищують гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, що свідчить про значне забруднення навколишнього середовища.

Фактичні концентрації золи, оксидів сірки і азоту в димових газах ТЕС України наведено в табл. 3.

ТАБЛИЦЯ 3

ФАКТИЧНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗОЛИ, ОКСИДІВ СІРКИ І АЗОТУ В ДИМОВИХ ГАЗАХ ТЕС УКРАЇНИ [12]

Назва ТЕС	Концентрації, мг/м ³		
	Зола	SO ₂	NO _x
Криворізька ТЕС	1158-1427	2589-2881	–
Зміївська ТЕС	1740	1630	424
Курахівська ТЕС	1200	2100	–
Трипільська ТЕС	75	2118	360
Луганська ТЕС	340-2240	271-2087	109-435
Придніпровська ТЕС	866	1798	–
Ладжинська ТЕС	577-760	3246	109
Миронівська ТЕС	6011-8376	2343-2930	–
Слов'янська ТЕС	327-3516	1515-4146	428-514
Чернігівська ТЕЦ	406-1092	2699-2864	642-672

У табл. 4 наведені дані стосовно викидів шкідливих речовин з димовими газами для ТЕС потужністю 2400 МВт при висоті димової труби 180 м. Як впливає з цих даних, концентрація викидів суттєво залежить від віддалі між точкою виміру і ТЕС. Концентрації викидів нижчі від гранично допустимих значень стійко досягаються на відстані більшій від 15 км.

ТАБЛИЦЯ 4

ДОБОВІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ ТЕС ПОТУЖНІСТЮ 2400 МВт, мг/м³ [11]

Відстань від труби, м	Сірчистий газ	H ₂ S	NO _x	CO _x	Зола
1000	6,02	0,002	1,95	7,2	1,2
3000	1,47	0,008	1,30	16,0	3,4
5000	1,22	0,008	0,05	13,3	1,2
7000	1,12	0,03	1,3	13,0	2,4
15000	0,22	0,002	0,03	4,0	0,27
ГДК	0,5	0,008	0,085	3,0	0,5

ТЕС слід розглядати не лише як забруднювачі атмосферного повітря оксидами сірки, азоту і твердими частинками, але також і елементами-домішками, в числі яких є дуже токсичні - берилій, миш'як, селен, ванадій, кадмій, ртуть, важкі метали і природні радіонукліди. Значна частина елементів-домішок при спалюванні вугілля надходить в атмосферу у вигляді твердих частинок, аерозолів та газоподібних сполук. У всіх цих формах вони здатні надавати негативний вплив на життєдіяльність людини та інші живі організми.

Серед хімічних канцерогенів у викидах ТЕС провідне місце займають поліциклічні ароматичні вуглеводні, що утворюються при спалюванні палива, і його термічній переробці (табл. 5).

Знаючи склад шкідливих компонентів палива, коротко охарактеризуємо їхній негативний вплив на здоров'я людини та стан довкілля.

У процесі спалювання рідкого палива (мазуту) до атмосфери разом з викидами надходять: оксиди сірки й азоту, газоподібні та тверді продукти неповного згорання палива, сполуки ванадію.

ТАБЛИЦЯ 5

ВМІСТ БЕНЗ(А)ПІРЕНУ В ДИМОВИХ ГАЗАХ КОТЛІВ ТЕС [10]

Паливо	Вміст бенз(а)пірену, мкг/100м ³		
	мінімальний	максимальний	найбільш часто зустрічається
Газ	1	4	1 – 2
Мазут	2	40	10 – 20
Вугілля (перед золоуловлювачами)	30	140	40 – 100

Під час спалювання природного газу в атмосферу також потрапляють оксиди азоту, але їх утворюється значно менше, ніж під час спалювання мазуту. Це пояснюється не тільки властивостями самого палива, а й особливостями процесів спалювання. Очевидно, що природний газ сьогодні — найчистіший вид енергетичного палива.

Оксиди азоту є токсичними. Навіть короткочасна дія (до 1 год) NO₂ в концентрації 47–140 мг/м³ може викликати запалення легень і бронхів, а за концентрації 560–940 мг/м³ існує велика загроза смерті.

Підвищені концентрації оксидів азоту в повітрі діють не тільки на людей, але й на тваринний і рослинний світ. Двооксид азоту в концентрації 4–6 мг/м³ зумовлює значні пошкодження рослин. Тривала дія NO₂ за концентрації, меншої, ніж 2 мг/м³, призводить до хлорозу рослин. Менші концентрації хоч і не завдають рослинам помітної шкоди, проте гальмують їхній ріст. З'єднуючись з атмосферною вологою, оксиди азоту утворюють слабкі розчини азотистої і азотної кислот. Це призводить до випадання кислотних опадів.

Атмосферне забруднення негативно впливає не тільки на людину, але і на тваринний світ. Більшість тварин гинуть внаслідок тривалого перебування на повітрі, де міститься 2000 мг/м³ SO₂. Установлено негативний вплив SO₂ на рослинний світ. Токсична дія SO₂ проявляється ушкодженням поверхні листя або хвої шляхом руйнування в них хлорофілу. Рослинність, яка щорічно скидає листя, менше піддається впливу SO₂, ніж хвойна. За умов вмісту SO₂ в повітрі 0,23–0,32 мг/м³ відбувається порушення процесів фотосинтезу, що призводить до загибелі рослинності. Поступлення SO₂ в атмосферне повітря спричинює кислотні опади і призводить до значних матеріальних збитків.

Двооксид сірки також негативно впливає на стан будівельних матеріалів, викликаючи їхню корозію і руйнування. На теплових електростанціях, особливо в котлах, що працюють під тиском, внаслідок попадання SO₂ через нещільності паливні спостерігається корозія сталевих конструкцій каркасів котельних агрегатів, а також димових труб.

Дисперсність та хімічний склад твердих частинок негативно впливає на здоров'я людей, тваринний і рослинний світ. Доведено, що частинки розпиленого в повітрі оксиду кремнію, які є розміром менше 5 мкм,

в кількості понад 10 %, проникаючи в легені під час дихання, стають небезпечними для здоров'я людини.

Найзначнішу групу токсичних речовин, що потрапляють в атмосферне повітря складають продукти неповного згорання палива: оксид вуглецю (чадний газ – CO), альдегіди (переважно HCHO), органічні кислоти (оцтова – CH₃COOH) та вуглеводні. У цій групі найбільш небезпечним є чадний газ – токсична сполука, вдихання якої з повітрям у концентрації 0,01 % протягом декількох годин викликає отруєння, а за абсолютного вмісту 0,2 % (2,4 мг/м³) через 30 хвилин наступає непритомність. Чадний газ вступає в реакцію з гемоглобіном крові людини чи тварини, утворюючи стійку сполуку карбоксигемоглобін [13].

Проведений аналіз впливу шкідливих викидів ТЕС на біосферу, дає нам можливість виділити декілька груп найважливіших взаємодій:

- одним з видів впливу ТЕС на атмосферу є збільшення споживання кисню з повітря, необхідного для спалювання палива;
- водоспоживання і водовикористання, що зумовлює зміни в природному матеріальному балансі водного середовища;
- осідання на поверхні води твердих викидів з атмосфери, викликаних продуктами згорання органічного палива; це змінює властивості води, її забарвлення тощо;
- попадання на поверхню ґрунту кислот і кислотних залишків, важких металів і їхніх сполук, канцерогенних речовин у вигляді твердих частинок і розчинів;
- викидання на поверхню суші й води продуктів спалювання твердого палива (зола, шлаки), а також продуктів продувань, очищення поверхонь нагріву (сажа, зола тощо);
- потрапляння на поверхню води й суші рідкого і твердого палива під час транспортування, переробки, перевантаження і складування;
- випадання твердих і рідких радіоактивних відходів, що характеризуються умовами їхнього розповсюдження в гідро- й літосфері;
- викидання теплоти, наслідком чого можуть бути: постійне локальне підвищення температури у водоймищі, тимчасове підвищення температури, змінення умов льодоставу, зимового гідрологічного режиму, виникнення паводків, зміна в розподілах опадів, випаровувань, туманів;
- створення водосховищ у долинах річок або з використанням природного рельєфу поверхні, а також створення штучних ставків-охолоджувачів, що спричинює: зміну якісного й кількісного складу річкових стоків, змінення гідрології водного басейну, погіршує умови рибальства та інші чинники водного середовища;
- зміна ландшафту внаслідок спорудження енергетичних об'єктів; вилучення із сільськогосподарського обороту орних земель, лугів тощо.

Виходячи з вище сказаного, авторами роботи було виділено основні причини, що призводять до загрозуючого стану довкілля:

- використання низькосортного палива;
 - застаріла технологія виробництва та обладнання;
 - висока енерго- та матеріаломісткість;
 - високий рівень концентрації промислових об'єктів;
 - несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних технологій виробництва;
 - відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водозабезпечення тощо), низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів;
 - відсутність належного правового та економічного механізмів, які стимулювали б розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем;
 - відсутність належного контролю за охороною довкілля.
- Отже, для зменшення шкідливих викидів ТЕС України в навколишнє середовище необхідно:
- провести заміну твердого палива на газ;
 - підвищити якість палива (збагачення вугілля);
 - розробити план утилізації відходів ТЕС;
 - збільшити ефективність виробництва;
 - запровадити сучасні газоочисні технології;
 - розробити стратегію виведення застарілих енергоблоків з експлуатації;
 - поширювати використання альтернативних джерел енергії;
 - провести реформування паливно-енергетичної галузі.

Отже, проблема подолання енерго-екологічної кризи повинна стати одним з пріоритетних завдань нашого суспільства та його зобов'язанням перед європейським та світовим співтовариством.

ВИСНОВОК

На основі проведеного аналізу і оцінки впливу шкідливих викидів ТЕС України на навколишнє середовище, можна дійти висновку, що нинішня енерго-екологічна ситуація в Україні є складною і потребує докорінних змін у паливно-енергетичному комплексі.

References

[1] Kabinet ministriv Ukrainy. Ministerstvo palyva ta enerhetyky. Rozporiadzhennia. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku: vid 15.03.2006 r., № 145-r. – (Ofitsiyni veb-sait Ministerstva palyva ta enerhetyky). [Online]. – Available: <http://www.mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>

[2] H. V. Bondarenko, “Ekoloho-enerhetychna bezpeka Ukrainy v umovakh hlobalizatsii” [“Environmental

and energy security of Ukraine in the context of globalization”], Herald of the Cherkaskiy University, vol. 4 (217), pp. 128-134, 2012.

[3] A. K. Shydlovskoho, Ed., Palyvno-enerhetychni kompleks Ukrainy na porozi tretoho tysiacholittia [Fuel and Energy Complex of Ukraine on the eve of the third millennium]. Kyiv: Ukr. Entsyklopedychni znannia Publ., 2001.

[4] N. G. Zalogina, L. I. Kroppa and Ju. M. Kostrikina, Eds., Jenergetika i ohrana okruzhajushhej srody [Energy and Environment protection]. Moscow: Jenergija Publ., 1979.

[5] G. N. Ljalina and A. Zh. Reznikovskij, Eds., Jelektro-jenergetika i priroda. Jekologicheskie problemy razvitija jelektrojenergetiki [Electric power and nature. Ecological problems of development of power engineering]. Moscow: Jenergoatomizdat Publ., 1995.

[6] V. B. Tupov, Ohrana okruzhajushhej srody ot shuma v jenergetike [Protection of the environment from the noise in the power industry]. Moscow: MJeI Publ., 1999.

[7] O. Riabchyn, “Ekoloho-enerhetychna bezpeka svitohospodarskoho rozvytku v umovakh hlobalizatsii” [Environmental and energy security economic development in a globalizing], Ph.D. dissertation, Donetskyyi NU, Donetsk, Ukraine, 2010.

[8] Ie. Yenko, “Zovnishni aspekty enerhetychnoi polityky Ukrainy” [The external aspects of energy policy of Ukraine], Ph.D. dissertation, Institute of International Affairs, Kyivskyyi NU im. T. Shevchenka, Kyiv, Ukraine, 2009.

[9] O. Serdiuchenko, “Administratyvno-pravovi zasady zabezpechennia enerhetychnoi bezpeky Ukrainy” [Administrative and legal framework of Ukraine's energy security], Ph.D. dissertation, NU bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, Kyiv, Ukraine, 2009.

[10] A. B. Kachynskiy, T. A. Khmil, Ekolohichna bezpeka Ukrainy: analiz, otsinka ta derzhavna polityka [Ecological Security of Ukraine: analysis, evaluation, and public policy]. Kyiv: NISD Publ., 1997.

[11] V. A. Maliarenko, Enerhetyka i navkolyshnie seredovyshche [Energy and Environment]. Kharkiv: SAHA Publ., 2008.

[12] I. S. Mysak *et al.*, Obiekty teplovykh elektrychnykh stantsii. Rezhymy roboty ta ekspluatatsii [Objects of thermal power stations. Modes of operation and maintenance]. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki Publ., 2007.

[13] I. I. Dudnikova, Ekolohiia i bezpeka zhyttiediidialnosti: Terminolohichni slovnyk-dovidnyk [Ecology and Life Safety: Glossary Directory]. Kyiv: Vyshcha shkola Publ., 2005.