



Матеріали XXV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство»
пам'яті д-ра Дмитра СТЕФАНІШИНА
(12 червня 2025 р., м. Київ, Україна)

Proceedings of the XXV International Science Conference
«Ecology. Human. Society»
dedicated to the memory of Dr. Dmytro STEFANYSHYN
(June 12 2025, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2025.330415>

ТЕХНОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИКИДІВ ДІОКСИДУ СІРКИ ВІД СПАЛЮВАННЯ ВУГІЛЛЯ БАСЕЙНІВ УКРАЇНИ

Валерій ГАЄВСЬКИЙ, Віктор ФІЛИПЧУК,
Олексій ГАРАЩЕНКО, Людмила СОЛЯК

Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, 33000 Рівне, Україна
e-mail: v.r.haievskyi@nuwm.edu.ua

Анотація

У роботі виконано техноекологічну оцінку викидів діоксиду сірки від спалювання вугілля західної України, Львівсько-Волинського, Дніпровського та Донецького басейнів. Розрахунки виконані для модельної теплоелектростанції (ТЕС), потужністю 2,5 ГВт і коефіцієнтом корисної дії 40%. На основі балансових співвідношень та з врахуванням технологічних особливостей поглинання SO₂ при спалюванні вугілля, пораховано річну кількість викидів і встановлено, що найбільш техноекологічним вугіллям з точки зору викидів SO₂ є вугілля Дніпровського вугільного басейну Новодніпровського родовища марки БІР та вугілля Донецького басейну марки АСШ.

Ключові слова: техноекологія, вугільні басейни України, вугільні теплові електростанції, контамінаційний еквівалент енергії, розрахунок шкідливих викидів.

Актуальність даного дослідження зумовлена тим, що вугільна теплоенергетика є однією з найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості [1]. Її функціонування передбачає спалювання значних обсягів вугілля, що супроводжується масовими викидами шкідливих речовин, зокрема твердих частинок (золи), NO₂, SO₂, CO, CO₂, а також теплового забруднення [2]. Серед цих викидів, окрім вуглекислого газу, особливо небезпечним є діоксид сірки, який негативно впливає як на здоров'я людини, так і на рослинність [3].

У зв'язку з цим метою роботи є оцінка промислових викидів теплоенергетичних підприємств під час спалювання вугілля різних марок і класів, що, у свою чергу, сприятиме розробленню ефективних заходів захисту навколишнього середовища [4].

У даній роботі виконано розрахунок викидів діоксиду сірки для вугільних басейнів України на прикладі ТЕС потужністю 2500 МВт [5]. Слід зазначити, що у цьому дослідженні не враховали попереднє очищення димових газів від сірки, що традиційно присутнє на ТЕЦ, оскільки оцінювалися максимальні можливі викиди SO₂. Проте результати можуть бути адаптовані для конкретних технологій сіркоочищення. Залежно від рівня технологічної досконалості, сучасні системи дозволяють знижувати викиди SO₂ на 95% (дешеві установки) до 99% (високоєфективні, дорогі системи), які все активніше впроваджуються у вугільній теплоенергетиці згідно з чинними екологічними вимогами [4].

Масову кількість викидів SO_2 – $M_{\text{тв}}$ за відсутності сіркоочищення визначали за вихідними даним палива [6] (див. табл.1 та рис.1) за співвідношенням:

$$M_{\text{тв}} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot B \cdot S^p \cdot (1 - \eta') \cdot (1 - \eta''),$$

де:

B — витрата палива, (од. маси)/(од. часу);

S^p — вміст сірки в паливі на робочу масу, %;

η' — частка SO_2 , що зв'язується леткою золою в котлі (для сучасних вугільних котлів прийнято усереднене значення 0,1%);

η'' — частка SO_2 , що уловлюється у вологому золовловлювачі та залежить від приведеної сірчаності палива S_p/Q_p , де Q_p — теплота згоряння палива на робочу масу, МДж/кг. Цей показник прямо не пов'язана із процесом сіркоочищення, а відображає побічний ефект у процесі видалення золошлакових залишків. Значення η'' розраховувалося для води зрошувальної системи з лужністю 5 ммоль/дм³.

Для техноекологічної оцінки було використано контамінаційний еквівалент енергії — негативний індикатор, який відображає співвідношення між кількістю викинутого діоксиду сірки та кількістю згенерованої електричної енергії [7].

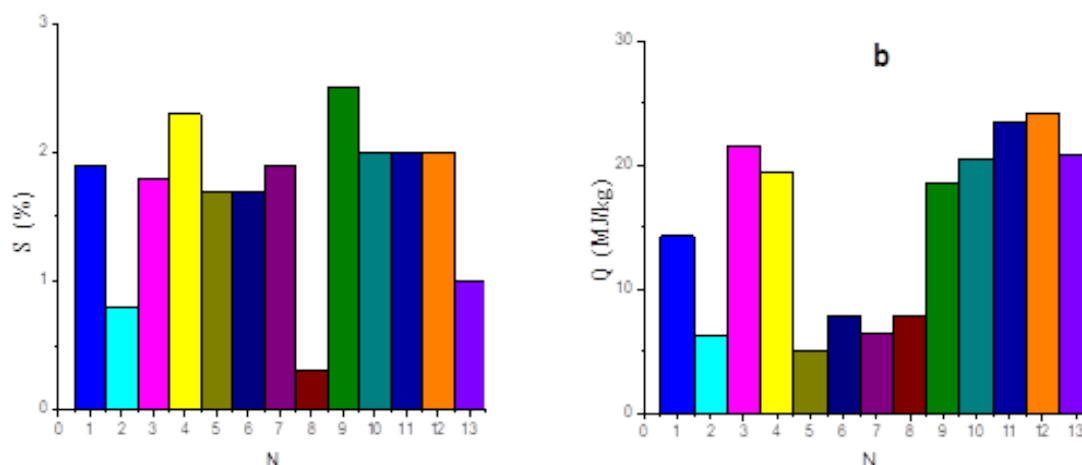


Рис. 1. Вміст сірки (а) та питома теплота згоряння (б) для вузлів басейнів України

У табл. 2 приведені розрахунки максимальних річних викидів (без врахування сіркоочищення димових газів) діоксиду сірки від спалювання вугілля різних регіонів України.

Із табл. 2 і рис. 2 видно, що найбільш техноекологічним по відношенню до викидів SO_2 є вугілля Дніпровського вугільного басейну Новодніпровського родовища марки Б (буре вугілля) та вугілля Донецького басейну марки А (антрацит).

Табл. 1. Фізико-хімічні показники вугілля басейнів України

Басейн / родовище	Західна Україна		Львівсько- Волинський		Дніпровський				Донецький				
	Коломийське	Ільницьке	Волинське	Міжріпинське	Семенівське, Олександрійське, Юрківське, Бандурівське		Буре вугілля	Новодніпровське					
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Марка, клас	Б	Б	Г	Ж	Б	Б шахт.	Б	Б	Д	Г	Ж	П	А
Робоча маса, %: S^{p_0}	1,9	0,8	1,8	2,3	1,7	1,7	1,9	0,3	2,5	2,0	2,0	2,0	1,0
Q^p_h , МДж/кг	14,27	6,28	21,44	19,38	4,98	7,79	6,45	7,91	18,5	20,47	23,36	24,08	20,89

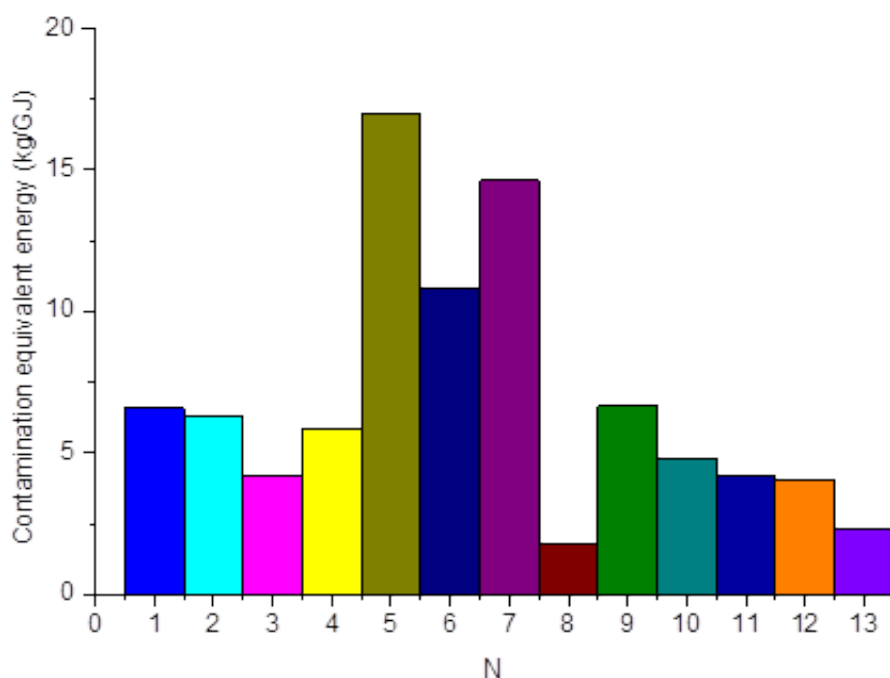


Рис. 2. Контамінаційний еквівалент енергії для вугілля басейнів України

Табл.2. Річні викиди діоксиду сірки для різного вугілля України. N – означено у табл. 1

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Марка, клас	Б	Б	Г	Ж	Б	Б шахт.	Б	Б	Д	Г	Ж	П	А
Викиди SO_2 , тис.тон/рік	455	438	303	412	885	672	818	144	460	347	308	300	180

Висновки

Таким чином у роботі виконаний порівняльний аналіз максимальної кількості генерації діоксиду сірки без врахування сіркоочищення димових газів і показано, що з точки зору техноекологічної оцінки викидів SO₂ найбільш техноекологічно сприятливим у використанні є вугілля Новодніпровського родовища марки Б (буре вугілля) та вугілля Донецького басейну марки А (антрацит).

Література

1. Варламов, Г.Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії [Текст] / Г.Б. Варламов, Г.М. Любчик, В.А. Маляренко. - К.: Політехніка, 2003.- 232 с. ISBN 966-622-128-4
2. Любчик Г.М. Методологія екологічного аналізу енергетичних об'єктів, систем і територій [Текст] / Г.М. Любчик, Г.Б. Варламов, Р.М. Говдяк та ін. // Енергетика та електрифікація.- 2005.- № 3.- С. 50-55.
3. Сябер М.О., Долгополов В.М. Проблема утилізації золи вугільних ТЕС та очищення димових газів // Енергетика та електрифікація. – 2013.–№10.
4. Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І. та ін. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України.– Київ: Гнозис. 2013. – 308 с.
5. Филипчук В.Л., Гаєвський В.Р., Екологічна оцінка методів очищення димових газів ТЕС від діоксиду сірки. Збірник матеріалів. III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Науково-інноваційний супровід збалансованого природокористування» присвячена пам'яті та 95-річчю з Дня народження професора С.Т. Вознюка: Матеріали конференції 29-30 вересня 2022 р. Рівне, Національний університет водного господарства та природокористування, Україна. С. 27 – 28. ISBN 978-966-327-446-1.
6. Мала гірнича енциклопедія, т. 1 / За редакцією В.С.Білецького. — Донецьк: Донбас, 2004. ISBN 966-7804-14-3.
7. Гаєвський В.Р., Филипчук В.Л. Вплив ефективності роботи оборотних систем охолодження ТЕС на величину викидів діоксиду сірки. Збірник матеріалів. I Міжнародна науково-практична конференція «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій»: збірник матеріалів 26 – 27 травня 2022 р. Полтава – Львів, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Україна. С. 159 – 161. <https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/conf/2022/i-mnpk-podolannia-eko-rizikiv/zbirnik-materialiv.pdf>.

TECHNO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SULPHUR DIOXIDE EMISSIONS FROM
COAL COMBUSTION IN UKRAINIAN BASINS

Valery GAYEVSKII

National University of Water and Environmental Engineering

Soborna 11 str., 33000 Rivne, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-4180-7436>

Viktor FYLYPCHUK

National University of Water and Environmental Engineering

Soborna 11 str., 33000 Rivne, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-5763-5398>

Oleksiy GARASHCHENKO

National University of Water and Environmental Engineering

Soborna 11 str., 33000 Rivne, Ukraine

<https://orcid.org/0009-0007-0366-256X>

Ludmila SOLIAK

National University of Water and Environmental Engineering

Soborna 11 str., 33000 Rivne, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-6919-9527>

Abstract

The presents a technoecological assessment of sulfur dioxide emissions from coal combustion in Western Ukraine, Lviv-Volyn, Dnipro and Donetsk basins. Calculations were made for a model thermal power plant (TPP) with a capacity of 2.5 GW and an efficiency of 40%. Based on balance ratios and taking into account the technological features of SO₂ absorption during coal combustion, the annual emissions were calculated and it was established that the most technoecological coal in terms of SO₂ emissions is coal from the Dnipro coal basin of the Novodniprovske deposit of the B1R brand and coal from the Donetsk basin of the ASSH brand.

Key words: technoecology, coal basins of Ukraine, coal-fired thermal power plants, contamination equivalent of energy, calculation of harmful emissions.