

УДК 504.3:66.074.48(477.46)

## МЕТОДИ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВУГІЛЬНИХ ТЕС УКРАЇНИ

О.Л. Дарієнко

Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ»

*Проаналізовано основні показники забруднення повітряного басейну в процесі експлуатації вугільних ТЕС України, виявлено недоліки сучасних методів очищення димових газів та запропоновано метод зниження парникових газів шляхом використання моноіонних розчинів в якості сорбенту десульфурізаційних установок.*

У країнах з перехідною економікою існує проблема конфлікту між економічним розвитком і екологічною безпекою. Для України питання розроблення стратегії екологічного сталого розвитку є актуальним і одночасно специфічним, оскільки загострення екологічної ситуації відбувається на фоні економічної кризи, а економічне зростання передбачає загострення екологічної ситуації в країні.

Виходячи з основних положень концепції сталого розвитку та вимог міжнародних й національних програм та угод щодо еколого-економічної оцінки шкідливого впливу на навколишнє середовище, встановлено, що промисловості України притаманні соціально-екологічні проблеми щодо вагомих екологічних втрат через погіршення якості середовища за нормативними показниками, пов'язаними зі значними зовнішніми ефектами. У зв'язку з цим більшість регіонів України віднесено до зон екологічного лиха.

Досвід свідчить про те, що найбільше техногенне навантаження створює промисловість, зокрема, електроенергетика. В цьому аспекті найбільш екологічно небезпечними виступають теплоелектростанції (ТЕС). Існуюча теплова енергетика світу щорічно викидає в атмосферу Землі понад 200 млн. т оксиду вуглецю, 50 млн. т різних вуглеців, 150 млн. т двоокису сірки, 50 млн. т оксиду азоту та 250 млн. т дрібнодисперсних аерозолів [10]. Теплоенергетика істотно порушує баланс сталих у біосфері оборотних процесів - це стосується не лише оксидів азоту і сірки, але й вуглекислого газу, кількість якого в атмосфері помітно зростає (за останні 100 років – на 20%), а також кисню, що вилучається з атмосфери зі швидкістю 1% у рік [10].

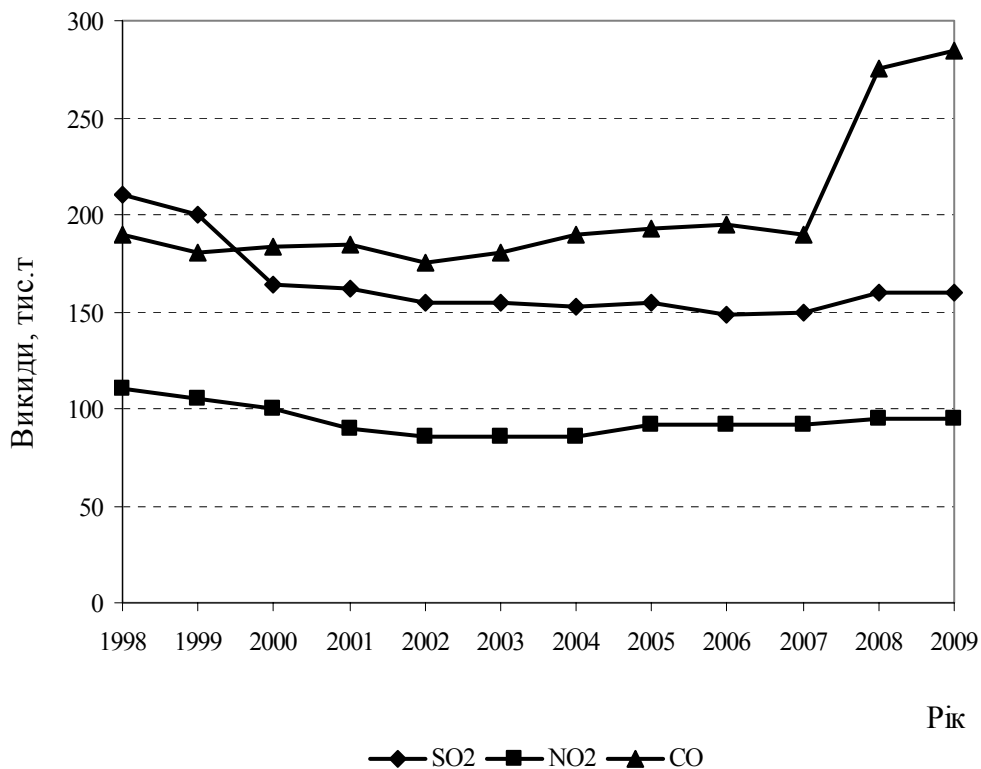
Наведена таблиця демонструє, що найбільша питома вага викидів шкідливих речовин в атмосферу припадає на ТЕС, які в якості палива

використовують кам'яне вугілля. Викиди вуглекислого газу становлять 75 % загального викиду переважно в наслідок спалювання органічного палива. Враховуючи сьогоднішні інтеграційні курси України, ця проблема може стати серйозною перешкодою на зазначеному шляху.

**Таблиця 1**  
Викиди і витрати палива ТЕС, млн. кг/рік [9].

Викид	Вид палива		
	Газ, $1,9 \cdot 10^{10}$ м <sup>3</sup>	Мазут, $1,57 \cdot 10^6$ т	Вугілля, $2,3 \cdot 10^6$ т
1	2	3	4
SO <sub>2</sub>	0,012	52,66	139,00
NO <sub>2</sub>	12,080	21,70	20,88
CO <sub>2</sub>	незначно	0,08	0,21
Тверді частинки	0,460	0,73	4,49
Фтористі сполуки	незначно	0,67	0,52

Динаміка емісії димових газів внаслідок сучасної експлуатації українських ТЕС за останні роки має також не втішний вигляд (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка емісії димових газів внаслідок сучасної експлуатації українських ТЕС за період 1998 – 2009 рр. [9].

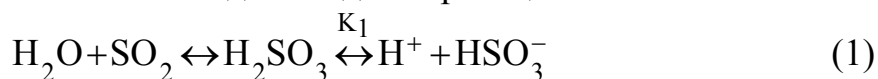
Основним завданням Енергетичної стратегії України на період до 2030 року є приведення електроенергетичного комплексу країни у стан відповідності до світових вимог щодо економічності, екологічності та надійності енергопостачання, розширення експорту електроенергії завдяки виходу на паралельну роботу з енергетичними об'єднаннями країн Європи (УСТЕ).

В розрізі цього питання розвиток технології десульфурізації димових газів є досить актуальним. В світовій практиці в основному панує мокра вапнякова технологія, яка не дивлячись на значно меншу реакційну здатність вапняку порівняно з вапном, дозволяє одержати високого ступеню очищення димових газів (до 95 %). Не зважаючи на те, що капітальні витрати на мокру вапнякову технологію більші на 10-15 % порівняно з поглинанням діоксиду сірки вапном, зменшення експлуатаційних витрат дозволяє скоротити термін окупності обладнання.

В скандинавських країнах та деяких країнах Центральної Європи на багатьох ТЕС впроваджена напівсуха технологія з використанням розчину вапна як поглинача. Проте збільшення вартості вапна в зв'язку з підвищенням вартості енергоносіїв зменшує конкурентну здатність цієї технології.

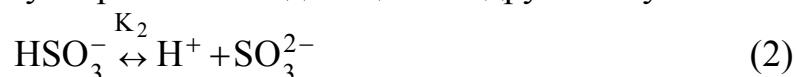
За останні десять років суттєве вдосконалення мало місце у впровадженні сухих систем очищення газів. При цьому досягнута ефективність очищення газів до 98 % з використанням циркуляційних сухих скрубєрів. Використання таких скрубєрів обмежується вмістом сірки в паливі не > 2 %.

Теоретичні основи процесів десульфурізації газових сумішей достатньо широко представлені у сучасній літературі. Відзначено, наприклад, що при використанні чистої води в якості поглинача частина розчиненого діоксиду сірки існує в рідині у вигляді молекул, а інша частина хімічно взаємодіє з водою з реакції



Вміст діоксиду сірки у воді обмежено її розчинюючою здатністю при заданих температурі і парціальному тиску в газовій суміші, яка очищується.

Незначна частина утворених іонів дисоціює за другим ступенем:



Можливість десульфурізації газів ТЕС католітом вперше обґрунтована в роботі [8]. Реакція (3) демонструє механізм протікання

процесів газоочищення, які зводяться до взаємодії розчиненого у воді діоксиду сірки з іонами  $\text{OH}^-$ :

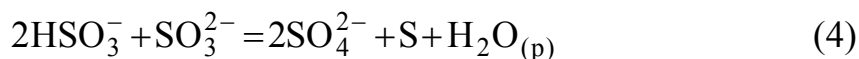


Цей процес визначає більш високу сорбційну ємність католіту в порівнянні з сорбційною ємністю необробленої води. При цьому зі збільшенням концентрації іонів у католіті (отже, із зростанням рН) його сорбційна ємність по відношенню до  $\text{SO}_2$  зростає. Наприклад, при збільшенні рН від 11 до 13 вона збільшується з  $(4 - 10) \cdot 10^{-3}$  моль/л до  $115 \cdot 10^{-3}$  моль/л, тобто більше, ніж на порядок.

При порівнянні поглинальної здатності (у відношенні до діоксиду сірки) двох рідин - звичайного лужного розчину і католіту було з'ясовано, що при рівній концентрації іонів за рахунок більш високої їх активності в католіті саме цей абсорбент є більш ефективним робочим розчином.

У результаті всі нові порції  $\text{SO}_{2(\text{г})}$  переходять в розчин до тих пір, поки в католіті не вичерпаються іони  $\text{OH}^-$ . Цим пояснюється підвищена сорбційна ємність католіта в порівнянні з необробленою водою. У порівнянні ж з лужним розчином його перевага, як вже зазначалося, обумовлено більш високою активністю іонів.

Спосіб десульфуризації димових газів католітом заснований на попередній обробці води, яка не містить жодних активних по відношенню до  $\text{SO}_2$  хімічних реагентів, в катодному обсязі діафрагмового електролізера, абсорбції діоксиду сірки з газів і регенерації відпрацьованого поглинального розчину в катодному обсязі електролізера. У результаті реакції (1) в абсорбері і багатостадійного процесу з утворенням проміжних сполук при регенерації в якості кінцевої пропонується наступна реакція:



Таким чином, продуктами десульфуризації димових газів ТЕС за цим варіантом є сірчана кислота і елементарна сірка, для газоочистки використовуються тільки прісна вода і електроенергія, а парникових газів не утворюється.

### **Висновки**

Суттєвою особливістю запропонованого варіанту газоочистки вважаються підвищені витрати електроенергії за рахунок її істотних

витрат на активацію води. Однак електроенергія на ТЕС є власною продукцією, собівартість якої на порядок нижче оптової відпускної ціни. Крім того, електрохімічну обробку води можна виконувати в нічні години провалу добового графіка навантаження на енергоблоки, коли відключаються значна частина енергоспоживачів, і використовувати католіт цілодобово. Це сприяє стабілізації паливного режиму роботи котлів, що підвищує економічні показники їх експлуатації. З точки зору екологічної ефективності ця технологія десульфуризації через практичну відсутність викидів парникових газів є найкращою з усіх згаданих раніше.

Екологічний чинник сприймається сьогодні не лише як одна з найважливіших умов життєдіяльності не лише виробничих систем, але й суспільства в цілому. Через це екологічна складова має розглядатися як одна з визначальних при вирішенні проблем досягнення сталого розвитку та прийнятого рівня екологічної безпеки держави.

#### **Бібліографічний список**

1. Маляренко В. А., Лисак Л. В. Енергетика, довкілля, енергозбереження: Монографія / Під ред. проф. В. А. Маляренка. – Харків: «Рубікон», 2004. – 368 с.
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. // Інформаційно – аналітичний бюлетень «Відомості Міністерства палива та енергетики України». Спеціальний випуск. – 2006. – 113 с.
3. D. Breihofer, A. Mielenz, O. Rentz Emission control of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and VOC at stationary sources in the Federal Republic of Germany. Karlsruhe, 1991, 362 p.
4. M. Achternbosch, U. Richers Material Flows and investment costs of flue gas cleaning system of municipal solid waste incinerators. Forschungszentrum Karlsruhe, 2002, 112 p.
5. Proceedings. First combined FGD and dry SO<sub>2</sub> control symposium. Vol. 1,2 3 1989.
6. Базаянц Г.В., Горлач Н.Г., Радионов П.А. Очистка дымовых газов ТЭС от диоксида серы катоднополяризованной водой / Тез. докл. II Совещ. по электрохимической активации сред (Казань, сент. 1987). – Казань, КХТИ. – 1987. – С.41 (ДСП).
7. Державний комітет статистики України. – [Електронний документ]. – Доступно на <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Кадастр викидів забруднюючих речовин і парникових газів в Україні за 2009 рік - [Електронний документ]. – Доступно на [http://www.htap.org/meetings/2009/2009\\_04/Presentations/Day%201/06%20Ovchynikova/Ovchynikova.pdf](http://www.htap.org/meetings/2009/2009_04/Presentations/Day%201/06%20Ovchynikova/Ovchynikova.pdf)