

КАНЦЕРОГЕННІ ФАКТОРИ В АСПЕКТІ КОМУНАЛЬНОЇ ГІГІЄНИ

УДК 614.71:621.311.22

ЩЕ РАЗ ПРО НЕБЕЗПЕКУ СПАЛЮВАННЯ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА НА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

*Черниченко І.О., Бабій В.Ф., Литвиченко О.М.,
Соверткова Л.С., Кондратенко О.Є., Смирнова Г.І.
ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ*

Давно відомо, що серед найбільш значущих джерел надходження канцерогенів класу поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) до атмосферного повітря одне з пріоритетних місць належить теплоенергетичним системам та установкам.

Визнаючи зазначене слід згадати, що в 60-70 роки в країні з метою оздоровлення повітряного басейну на території населених пунктів, були проведені масштабні роботи з ліквідації малих котелень та переведення міст на централізоване опалення з широкою їх газифікацією.

Такі державницькі роботи з розбудови теплоенергетики здійснювалися за умов наукового супроводу з вивченням характеру забруднення довкілля та визначення його небезпеки для населення. В цей час масштабні наукові дослідження здійснювалися нами під загальним керівництвом проф. Янишевої Н.Я. разом з провідними фахівцями тодішнього Всесоюзного теплотехнічного інституту ім. Ф.Е. Держинського (Анічков С.М., Чмовж В.Є.) [1,2]. При цьому було встановлено ряд особливостей. По-перше, рівень канцерогенних сполук в димових газах ТЕС залежав від виду палива: в разі спалювання кам'яного вугілля вміст бенз(а)пірену (БП) складав 0,5-1,65 мкг/м³, мазуту – 0,21-0,5 мкг/м³ і газу – 0,047 мкг/м³. Розшифровка спектру ПАВ в пробах, відібраних в процесі спалювання кам'яного вугілля, засвідчила наявність окрім БП таких сполук як

бенз(е)пірен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(g,h,i)перілен, дибенз(а,i)пірен, дибенз(а,h)антрацен, дибенз(а,c)антрацен, пірен, фенантрен, хрізен, бенз(а)антрацен.

По-друге. Було показано, що інтенсивність утворення БП в значній мірі визначається повнотою згорання палива, що подається до топки. В разі графічного зображення залежність вмісту БП в димових газах від рівня надмірного повітря, що надходить до топки за умов сталого навантаження носить характер монотонно зростаючої функції. Наприклад, при спалюванні вугілля донецького басейну збільшення коефіцієнту надмірного повітря від 1,17 до 1,24 призводить до зниження концентрації БП від 1,4 до 0,86 мкг/м³. Аналогічні процеси спостерігалися в разі спалювання бурого вугілля, коли збільшення коефіцієнту надмірного повітря від 1,10 до 1,20 обумовлювало зменшення вмісту БП в димових газах від 2,22 до 0,89 мкг/м³.

Разом з тим процес інтенсифікації згорання палива супроводжується стрімким зростанням рівня забруднення димових газів окислами азоту, концентрації яких також залежать від обігу повітря, що подається до топки. Отже, показники вмісту в димових газах БП та оксидів азоту мають взаємопротилежний характер.

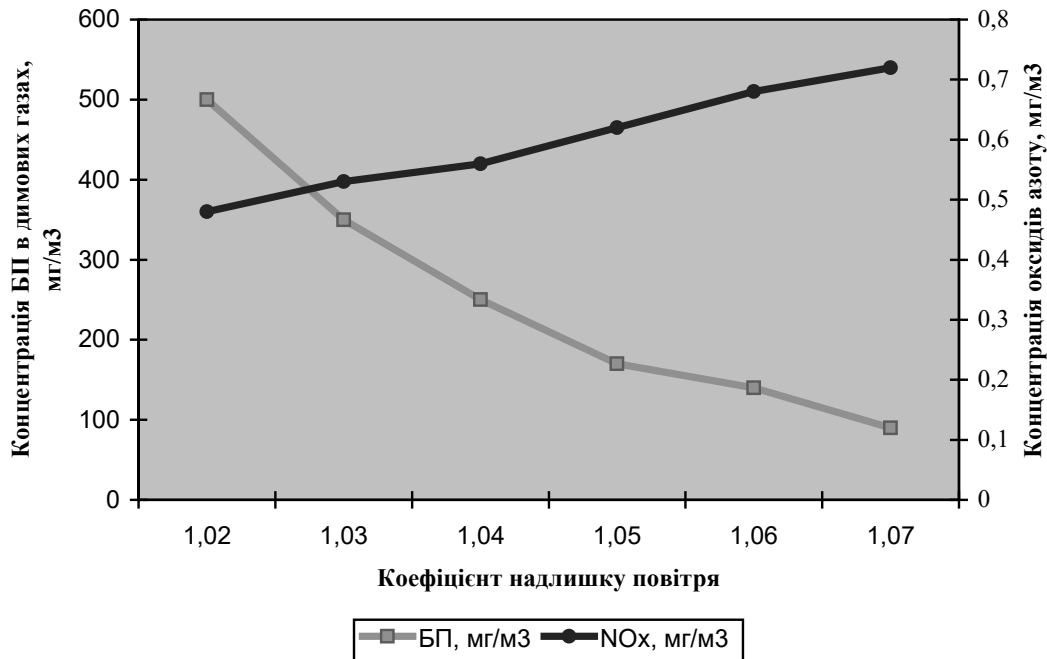


Рисунок 1. Залежність вмісту бенз(а)пірену та оксидів азоту в димових газах теплових електростанцій від надлишку кисню в топочному пристрої.

Виявлена закономірність була покладена в основу розробки технології спалювання для досягнення максимально ефективного способу зменшення обсягів викидів БП та оксидів азоту і, таким чином, запобіганню шкідливого впливу на довкілля.

По-третє. Важливою умовою зменшення забруднення атмосфери канцерогенними вуглеводнями та оксидами азоту від об'єктів теплоенергетики, особливо за умов використання кам'яновугільного палива, є ефективна робота пило-, газоочисного обладнання. В разі дотримання режиму експлуатації найбільш ефективним засобом зменшення викидів в атмосферу ПАВ за індикаторним показником БП є використання комбінованих систем очистки: щілинні та двоступеневі труби Вентурі з каплеуловлювачем або застосування циклонів спільно з електрофільтром.

Завершаючи технічний розділ з виявлення основних аспектів утворення і викиду з димовими газами ТЕС ПАВ, треба ще раз позначити, що наведені дані стосуються спостережень, здійснених наприкінці 80-х років минулого століття. На жаль зміни, які відбулися останнім часом і які ускладнили процес контролю за промисловими об'єктами загалом і за теплоенергетичними станціями зок-

рема, ще не дозволили нам дослідити сучасний стан тепло агрегатів та очисних споруд. Але, вважаючи, що позначені закономірності є загальними, їх можна екстраполювати і на сьогодні, тобто на час, коли процеси спалювання твердого палива знову стають пріоритетними за економічними критеріями без урахування екологічної складової. Тим більше, що в останні роки дослідження в Росії підтвердили наші попередні висновки [3].

Виходячи із зазначеного, зростає актуальність натурних спостережень за станом забруднення атмосферного повітря в районі розповсюдження викидів теплоелектростанцій.

З метою вирішення цього питання ми провели дослідження за вмістом БП в атмосферному повітрі в зоні впливу однієї з найбільш потужних на сьогодні теплоелектростанцій – Трипільської і порівняли отримані результати з даними, що визначались у 80-х роках.

Дослідження проводились у вересні 2016 р., коли ТЕС працювала на донецькому енергетичному вугіллі. Відбір проб здійснювали в шести точках на різній відстані від джерела викиду під факелом димових газів. Відбір проб здійснювали на фільтри ФПП-15 протягом 60 хв. з використанням аспірацій-

ної установки «Тайфун». Аналіз повітря на вміст БП було здійснено за загально прийнятою методикою, яка базується на використанні низькотемпературного спектрального аналізу квазілінійчастих спектрів (спетрофлуориметр КСВУ-23). Усього відібрано та проаналізовано 36 проб.

В результаті було встановлено стабільно високе забруднення атмосферного пові-

тря в радіусі більш ніж 10 км по відношенню до джерела забруднення. Причому рівень концентрацій на відстані до 6 км зростає, сягаючи свого максимуму, який дорівнював $9,8 \pm 1,7$ нг/м^3 (табл. 1).

Після досягнення піку рівень концентрацій БП різко зменшується і вже на 7-му км від ТЕС він стає $6,1 \pm 0,9$ нг/м^3 , а на 8-му – $4,5 \pm 0,8$ нг/м^3 .

Таблиця 1. Характер забруднення атмосферного повітря бенз(а)піреном в районі розповсюдження димових газів від Трипільської ТЕС (вересень 2016 р.).

Відстань від ТЕС	Концентрація бенз(а)пірена, нг/м^3		
	мінімальна	максимальна	середня
2 км	2,9	4,3	$3,4 \pm 0,9$
3 км	3,3	5,8	$4,3 \pm 1,1$
4 км	3,9	5,9	$4,8 \pm 1,1$
5 км	3,6	9,3	$6,5 \pm 2,1$
6 км	5,1	11,8	$9,8 \pm 1,7$
7 км	4,5	7,2	$6,0 \pm 0,9$
8 км	3,8	5,4	$4,5 \pm 0,8$

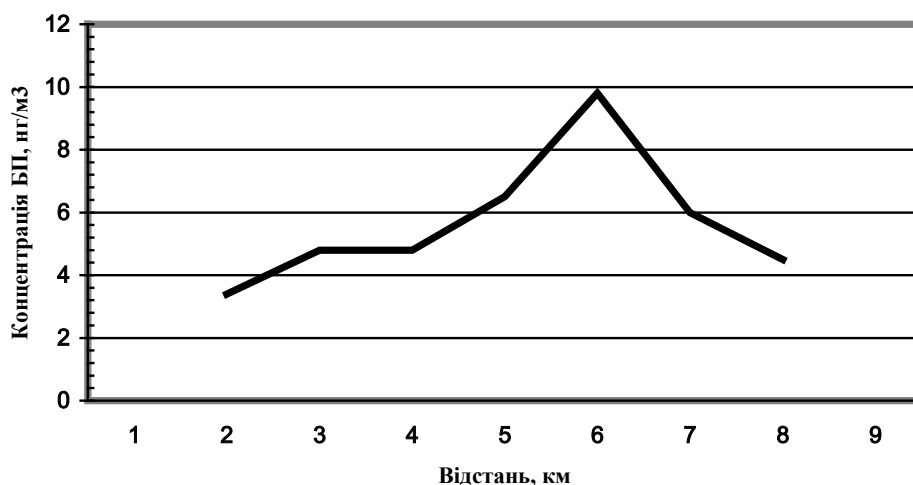


Рисунок 2. Схема розповсюдження бенз(а)пірену з димовими газами в районі Трипільської ТЕС.

Але, оцінюючи ці дані важливо підкреслити, що вони суттєво перевищують показники вмісту БП в атмосферному повітрі, які вимірювалися наприкінці 80-х років минулого століття не тільки в зоні впливу Трипільської ТЕС, а також на інших ТЕС, які працювали навіть на якісно гіршому вугіллі: від Бурштинської ГРЕС (Львівсько-Волинське вугілля) та Молдавської ГРЕС (Донецьке вугілля). Виявлені концентрації в

2016 р. майже в 2,5-3,0 рази вищі за попередні. Мало того, суттєво відрізняється також дальність розповсюдження БП в повітряному середовищі. Якщо в попередні роки в районі розміщення ТЕС рівні БП вже на відстані 7 км зменшувалися до показника гігієнічного нормативу (1 нг/м^3), то останні наші спостереження вказують, що на такій відстані ще має місце перевищення ГДК в 4 і більше разів, а відповідно маємо відзначити значно

більшу дальність розповсюдження канцерогенів у повітряному середовищі.

Сьогодні важко визначитися з чим пов'язане таке погіршення екологічної ситуації в районі Трипільської ТЕС. На наше припущення, тут може зіграти свою роль комплекс чинників: збільшення потужності, використання якісно гіршого палива і, скоріше за все, зношення та неефективність пило-газоочисних споруд.

Але, попри-все, ми можемо стверджувати, що використання кам'яного вугілля значно підвищує небезпеку забруднення повітряного середовища канцерогенними сполуками. На підтвердження цього наводимо матеріали порівняльної характеристики викидів БП на Трипільський ГРЕС в залежності від виду палива, отримані нами в попередні роки.

Було встановлено, що найменші рівні концентрацій БП спостерігалися в димових газах в разі спалювання газу. В цьому випадку кількість канцерогену складала за усередненими даними $0,047 \text{ мкг/м}^3$ (47 нг/м^3). Деяко більші кількісні показники визначалися під час спалювання мазуту ($0,054 \text{ мкг/м}^3$, або 54 нг/м^3), що статистично не відрізняється від попередніх. В той же час при роботі ТЕС на

кам'яному вугіллі вміст БП в димових газах різко зростає до $0,245 \text{ мкг/м}^3$ (245 нг/м^3), що достовірно вище за показники БП при спалюванні газу ($p < 0,01$) та мазуту ($p < 0,01$). До того ж, якщо прийняти до уваги, що під час спалювання вугілля, як правило, є високий коефіцієнт надлишку повітря, одночасно збільшується кількість оксидів азоту.

Отже, за критерієм викиду в атмосферу шкідливих речовин і, особливо, БП різні види палива розміщуються наступним чином: вугілля > мазут > газ.

На підтвердження ролі викидів від теплових електростанцій, що працюють на твердому паливі у забрудненні атмосферного повітря ПАВ, ми протягом 2016-2017 років, з охопленням річного циклу, контролювали вміст БП в зоні стаціонарного пункту, обладнаного на відстані 2 км від джерела. Відбір здійснювали в дні, коли напрямок вітру був переважно в бік стаціонарного пункту.

В результаті ми відзначаємо перевищення ГДК канцерогену у 90% проб повітря (табл. 2).

Природно, що протягом річного циклу вміст БП в атмосферному повітрі носить циклічний характер.

Таблиця 2. Вміст БП в підфакельних пробах атмосферного повітря на відстані 2 км від Дарницької ТЕС-3.

Місяці відбору проб	Концентрація БП, нг/м^3 <u>мін.-макс.</u> сер.± m	Місяці відбору проб	Концентрація БП, нг/м^3 <u>мін.-макс.</u> сер.± m
січень	<u>1,4-3,9</u> 2,4±0,9	липень	<u>0,8-1,3</u> 1,1±0,2
лютий	<u>1,6-3,5</u> 2,7±0,8	серпень	<u>1,0-1,5</u> 1,2±0,2
березень	<u>1,8-3,2</u> 2,1±0,8	вересень	<u>1,1-2,5</u> 1,9±0,4
квітень	<u>1,1-1,9</u> 1,6±0,4	жовтень	<u>2,1-2,5</u> 2,2±0,2
травень	<u>1,1-1,8</u> 1,3±0,2	листопад	<u>2,1-2,8</u> 2,4±0,3
червень	<u>0,9-1,2</u> 1,1±0,2	грудень	<u>1,4-3,2</u> 2,7±0,6

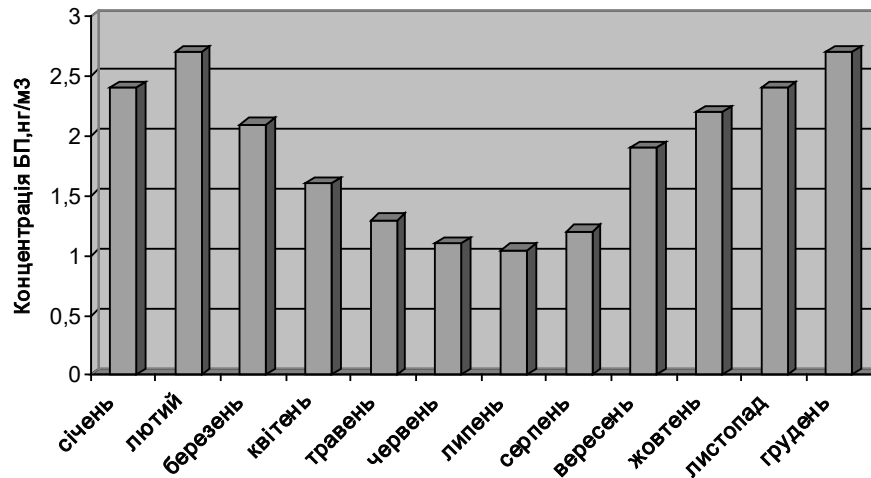


Рисунок 2. Динаміка змін забруднення атмосферного повітря бенз(а)піреном в зоні впливу ТЕЦ-3 протягом річного циклу.

Більш високі концентрації мають місце в опалювальний період, в цей період рівень канцерогену стабільно знаходиться за усередненими даними в межах 2,2-2,7 нг/м³, що, відповідно, у 2-2,7 рази перевищує гігієнічно допустимий стандарт, а за максимальними концентраціями рівень забруднення досягає ще більш високих показників: 3,2-3,9 нг/м³. І тільки в теплий період концентрації БП наближуються до ГДК.

Безумовно це пов'язано з навантаженням ТЕС, робота якої суттєво різниться у різні періоди року. Але загалом отримані дані свідчать про стабільно підвищений фон забруднення атмосферного повітря БП, а урахувавши, що цей канцероген є індикаторним показником забруднення численної групи сполук класу ПАВ, з яких ми постійно вимірюємо до 8-10 речовин, можна стверджувати також про підвищений ризик канцерогенного навантаження на населення, яке перебуває в зоні впливу димових газів ТЕС, що працюють на твердому паливі.

До цього слід додати, що викиди БП стабільно супроводжуються викидами оксидів азоту, які не тільки підсилюють дію канцерогенів класу ПАВ, а ще й самі є попередниками екзогенного та ендогенного синтезу канцерогенів іншого класу – нітрозамінів. Загалом високий рівень канцерогенної небезпеки роботи ТЕС на твердому паливі дозволив деяким авторам [4] вважати його більш високим у порівнянні навіть з атомними електростанціями.

Зважаючи на дальність розповсюдження викидів димових газів від ТЕС, що працюють на твердому паливі та чисельність населення, яке може потрапляти під тривалий вплив канцерогенних речовин, небезпека таких об'єктів з медичної точки зору незаперечна. Усе зазначене потребує організації моніторингу забруднення та контролю за дотриманням ефективних умов експлуатації газопилоочисних споруд, а також обов'язкового наукового супроводу всіх робіт, пов'язаних з реконструкцією старих об'єктів та побудовою нових.

ЛІТЕРАТУРА

1. Янышева Н.Я., Киреева И.С., Черниченко И.А., Баленко Н.В., Павлова Н.А. Гигиенические проблемы охраны окружающей среды от загрязнения канцерогенами. К., Здоровье, 1985. 104 с.
2. Бабий В.Ф. Влияние условий сжигания топлива на современных ТЭС на загрязнение атмосферного воздуха бенз(а)пиреном и окислами азота // Гигиена населенных мест. Сб. научных работ. Киев. 1985. Вып. 24. С.74-75.

3. Злотин Г.Н., Грига А.Д., Куланов В.А., Грига С.А. Совместное влияние выбросов оксидов азота и бенз(а)пирена при работе энергетических котлов ТЭЦ // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2009. Т.2. №7(55). С.34-36.
4. Комлева В.А. Канцерогенная опасность загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятий атомной и тепловой энергетики. Автореф. дис. ...доктора мед. наук. М., 1998. 48 с.

**ЕЩЁ РАЗ ОБ ОПАСНОСТИ СЖИГАНИЯ КАМЯННОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА
НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

*Черниченко И.А., Бабий В.Ф., Литвиченко О.Н.,
Соверткова Л.С., Кондратенко Е.Е., Смирнова Г.И.*

В данной статье рассматривается вопрос канцерогенной опасности для здоровья населения выбросов объектов теплоэнергетики, работающих на твердом топливе. Учитывая дальность распространения выбросов дымовых газов ТЭС и численность популяции населения, попадающего под длительное влияние канцерогенных веществ, опасность таких объектов с медицинской точки зрения несомненна. Указывается необходимость организации мониторинга загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами, контроль соблюдения эффективных условий эксплуатации газопылеочистных сооружений, а также обязательное научное сопровождение работ по реконструкции старых объектов и строительству новых.

**ONCE MORE ABOUT HAZARD OF COAL FUEL BURNING
IN HEAT AND POWER PLANTS**

*I.A. Chernychenko, V.F. Babiy, O.N. Lytvychenko,
L.S. Sovertkova, E.E. Kondratenko, G.I. Smirnova*

This article deals with the issue of a carcinogenic danger to public health of emissions of heat power facilities operating on solid fuel. Considering the range of distribution of flue gas emissions from thermal power plants and the population of a population that is exposed to a prolonged influence of carcinogenic substances, the danger of such objects from the medical point of view is unquestionable. The need for monitoring air pollution by carcinogens, monitoring compliance with effective operating conditions for gas and dust treatment facilities, as well as mandatory scientific support for reconstruction of old facilities and construction of new ones is indicated.

Куратор розділу – д. мед. наук, професор Черниченко І.О.