

УДК 504.3.054

С.І. Сніжко, д-р геогр. наук, О.Г. Шевченко, студ., Д.П. Складенко, асп.

ОЦІНКА СУЧАСНОГО РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В М. КИЄВІ

Виконано оцінку сучасного рівня забруднення повітря в м. Києві. Показано, що існує реальна загроза виникнення фотохімічного смогу в різних районах міста.

It's executed an assessment of a modern level of air pollution in Kiev city. It's shown, that there is a real hazard of occurrence of photochemical smog in different areas of city.

Невід'ємною умовою сталого розвитку нашої країни, окремих її регіонів, кожного населеного пункту, включаючи м. Київ, є належний стан навколишнього природного середовища, який гарантує екологічну безпеку життєдіяльності населення. Збільшення обсягів забруднювальних викидів в атмосферу м. Києва за останні роки пояснюється недостатнім застосуванням екологічно орієнтованих технологій, використанням неефективних видів палива, зношеністю основних фондів, а також різким збільшенням кількості автотранспорту, підвищення в ньому питомої ваги технічно застарілих автомобілів. Саме тому оцінка сучасного рівня забруднення атмосферного повітря в м. Києві, який сформувався в

останні роки, з урахуванням динаміки викидів забруднювальних домішок в атмосферне повітря із стаціонарних і пересувних джерел та з урахуванням метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери міста є надзвичайно актуальною проблемою і метою даної роботи.

Для вирішення поставлених завдань було використано матеріали спостережень Держкомгідромету України за станом забруднення атмосферного повітря в м. Києві по 16 стаціонарних постах моніторингу, виконаних у 2003 р.

Стан атмосферного повітря в Києві багато в чому залежить від обсягів викидів забруднювальних речовин від антропогенних джерел, які охарактеризовано за даними Київського міського управління статистики в табл. 1.

Таблиця 1. Загальна кількість джерел забруднення та сумарна кількість їх викидів у цілому по місту

Роки	1990	2000	2001
Джерела викидів (одиниць)	17650	22622	23068
Обсяги викидів (тис. тон)	273	170,4	172,9

У 2000 р. у повітряний басейн Києва від усіх антропогенних джерел надійшло 170,4 тис. т забруднювальних речовин. Це близько 2,9 % від загальнодержавних обсягів викидів. Місто посідає 8-е місце за цим показником серед 27 регіонів країни. Дуже високою (порівняно з іншими регіонами, але не окремими промисловими центрами країни) є й щільність таких викидів – 213,0 т/км². Проте в розрахунку на одного жителя в Києві було викинуто 65 кг шкідливих речовин, коли в цілому по Україні – 120 кг. Основними стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря Києва є підприємства енергетики, хімічної, машинобудівної, легкої, харчової і переробної промисловості та будіндустрії. У 2001 р. одним підприємством міста в середньому викинуто близько 56,9 т забруднювальних речовин.

У структурі антропогенних викидів регіону вже тривалий час переважають автотранспортні забруднення. У 2000 р. на частку пересувних джерел припадало понад 80 % усіх викидів. Виконаний нами аналіз динаміки викидів забруднювальних речовин в атмосферу показує [2; 3], що в місті спостерігається тенденція до зменшення викидів від стаціонарних джерел і збільшення викидів від пересувних. Найбільший внесок у забруднення атмосфери міста вносять підприємства енергетики (ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, ПКТМ, ДТЕЦ), викиди яких у 2001 р. склали 14,5 тис. т., що становить 52 % викидів від усіх стаціонарних джерел. Ще одним із найбільших забруднювачів атмосферного повітря в місті є завод з термічної переробки побутових відходів "Енергія". Обсяг викидів в атмосферне повітря в результаті його діяльності у 2001 р. становив 4,2 тис. т. На заводі до цього часу не закінчені роботи щодо обладнання його сучасними засобами знешкодження (уловлювання) забруднювальних викидів, особливо таких, як діоксин та інших канцерогенних речовин.

Основним джерелом забруднення атмосферного повітря в місті є автомобільний транспорт. Обсяг щорічних забруднювальних викидів автотранспорту в атмосферне повітря міста становить приблизно до 70–80 %

від загальноміських. Так, у 2001 р. із 172,9 тис. т забруднювальних викидів частка автотранспорту складала 145,2 тис. т, або більше 80 %. Основними забруднювачами атмосферного повітря є автомобілі, що працюють на бензині, викид яких становить 133,7 тис. т, на дизельному паливі та газі – 9,5 і 1,95 тис. т відповідно. Порівняно з 2000 р. викиди забруднювальних речовин автотранспортом збільшились на 11,5 тис. т. Кількість викидів залежить і від якості палива. Слід врахувати, що понад 20 % бензину, який імпортується до Києва, становить етилований бензин із значним вмістом свинцю. Автомобільний транспорт, що працює на нафтових паливах, є головним джерелом забруднення повітря високотоксичними сполуками, серед яких найбільш активними є бенз(а)пірен. Варто зазначити, що дослідженнями медиків і біологів встановлено, що гранична доза бенз(а)пірену, що призводить до виникнення ракових пухлин, становить $2 \cdot 10^{-6}$ г. У той же час дослідження показали, що тільки в Печерському районі міста автомобільний транспорт викидає в повітря близько 4 кг бенз(а)пірену на рік.

У 2003 р. спостерігалися перевищення ГДК двоокису азоту (2.4 ГДК) та формальдегіду (3.1 ГДК). Середньорічна концентрація фенолу в повітрі становила 1 ГДК. Якщо порівнювати ці значення з 2002 р., то варто відмітити збільшення концентрації двоокису азоту з 1.8 ГДК в 2002 р. до 2.4 ГДК в 2003 р. Концентрація формальдегіду також зросла з 1.2 ГДК до 3.1 ГДК. Проте в 2003 р. відбулося зниження концентрацій деяких забруднювальних домішок порівняно з минулим роком: по фенолу – з 1.3 ГДК до 1.0 ГДК та по бенз-а-пірену з 1.1 ГДК до 0.9 ГДК. Концентрації інших забруднювальних домішок по місту за минулий рік були нижчими від значень ГДК і становили: пил – 0.5 ГДК, двоокис сірки – 0.4 ГДК, окис вуглецю – 0.7 ГДК, окис азоту – 0.8 ГДК, хлористий водень – 0.7 ГДК, аміак – 0.3 ГДК, свинець – 0.1 ГДК.

У 2003 р. перевищення ГДК максимальними разовими концентраціями спостерігалися для шести домішок: окису вуглецю – 12.6 ГДК (на ПСЗ № 7), двоокису

азоту – 8.7 ГДК (ПСЗ № 17), фенолу – 2.4 ГДК (ПСЗ № 1), хлористого водню – 4.1 ГДК (ПСЗ № 11), формальдегіду – 2.5 ГДК (ПСЗ № 2), та бенз-а-пірену – 3.3 ГДК (ПСЗ № 10).

На рис. 1 показано співвідношення між середніми та максимальними концентраціями двоокису азоту в повітрі міста по різних постах спостережень за 2003 р.

Рівень забруднення атмосфери можна описати набором статистичних характеристик для низки шкідливих

речовин, що вимірюються [1; 4]. Для того, щоб оцінити ступінь забруднення атмосфери, середні й максимальні концентрації речовин нормуються на величину середньої (максимальної) концентрації для великого регіону чи на санітарно-гігієнічний норматив (ГДК). Нормовані характеристики забруднення атмосфери називають індексом забруднення атмосфери (ІЗА).

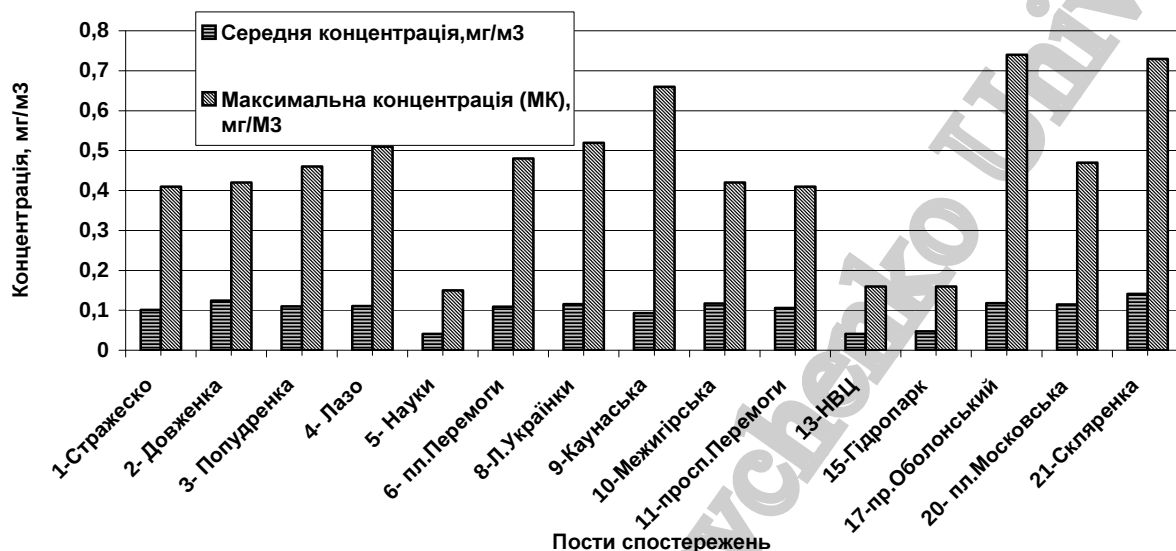


Рис. 1. Співвідношення між середніми та максимальними концентраціями двоокису азоту за різними постами спостережень у м. Києві у 2003 р.

На рівні ГДК шкідливі речовини не впливають на здоров'я людини. У міру збільшення перевищення ГДК шкідливий вплив різних речовин зростає з різною швидкістю, що залежить від класу небезпечності речовини. Ця швидкість може бути визначена за значенням відношення ГДК для атмосферного повітря населених міст до ГДК для виробничих приміщень. Значення відношень різних речовин різноманітні і змінюються від одиниць до кількох тисяч. Середні значення цих відношень отримані для чотирьох класів небезпечності шкідливих речовин. Тому, знаючи ці відношення, можна привести рівні забруднення атмосфери різними речовинами до рівня забруднення якоюсь однією речовиною. Приведення рівнів забруднення повітря різноманітними речовинами до забруднення сірчистим газом здійснюється з допомогою показника ступеня C_i в індексі забруднення. У такому випадку парціальний ІЗА, тобто ІЗА для i -ї речовини за відсутності інших речовин, розраховується за формулою

$$I_i = \left(\frac{q_{sp i}}{ПДК_i} \right)^{C_i},$$

де C_i – безрозмірна константа, що дозволяє довести ступінь забруднення i -ї речовини до ступеня забруднення сірчистим газом, що взято за основу [4].

Для речовин різних класів небезпечності отримані такі значення C_i :

Класи небезпечності.....	1	2	3	4
C_i	1.7	1.3	1.0	0.9

Таким чином, розраховується парціальний ІЗА. Щоб отримати комплексний ІЗА, потрібно просумувати значення парціальних ІЗА по m домішках:

$$I(m) = \sum_{i=1}^m I_i.$$

За допомогою вищеприданого способу, на основі даних про забруднення атмосферного повітря м. Києва

ми розрахували парціальні та комплексні ІЗА для окремих постів спостережень.

Можна виділити три основні райони забруднення міста. Перший – з максимальним забрудненням, розташований в межах Оболонського адміністративного району. Тут значення ІЗА близьке до 10. У межах цього району розміщені пости № 17 та 21 (ЗА дорівнює 10.22 та 10.1 відповідно). Другий район охоплює центральну частину міста (Шевченківський, Солом'янський, Печерський та частину Святошинського районів). ІЗА змінюється від 7 до 9. На даній території розміщуються пости № 1, 2, 6, 7, 8, 10 та 20. Найімовірніше, що забруднення на цій ділянці визначається великою інтенсивністю автомобільного руху, адже цей район включає такі важливі для міста автомагістралі, як проспект Перемоги, бульвар Шевченка, вулиця Хрещатик. Третій район забруднення, який чітко виділяється на побудованій нами карті, є найчистішим. Він належить до перехідного від міста до приміської зони й охоплює частини Голосіївського, Дарницького та Дніпровського районів. На його території розміщені ПСЗ № 13, 5 та 15, що характеризуються найнижчими значеннями забруднення (ІЗА дорівнює 5.42, 5.24 та 5.81 відповідно).

У результаті проведених досліджень було встановлено, що основними джерелами забруднення атмосферного повітря м. Києва є транспортні засоби (83 % забруднювальних домішок) та промислові підприємства. Найбільш небезпечними домішками, що постійно перевищують ГДК, є двоокис азоту, окис вуглецю, хлористий водень, формальдегід і фенол. Високий рівень забруднення атмосферного повітря м. Києва характеризують, у першу чергу, дві забруднювальні домішки – двоокис азоту та формальдегід. Обидві речовини належать до головних компонентів відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання.

1. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л., 1980. 2. Сніжко С.І., Затула В.І., Склярєнко Д.П. Аналіз сучасного стану забруднення атмосфери м. Києва газозаерозольними домішками за рахунок антропогенних джерел // Ви́зи Києва – місту. – К., 2004. – С. 78–82. 3. Сніжко С.І., Затула В.І., Склярєнко Д.П. Динаміка газозаерозольного забруднення

атмосфери м. Києва // Україна: Географічні проблеми сталого розвитку. – К., 2004. – С. 147–150. 4. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы – М., 1991. 5. Schwedt G. Taschenatlas der Umweltchemie. – Stuttgart, 1996. 6. <http://www.who.int/en/>

Надійшла до редколегії 10.09.04

УДК 551

П.І. Кобзистий, канд. геогр. наук

СИНОПТИКО-АЕРОЛОГІЧНІ УМОВИ ОБ'ЄДНАННЯ ЦИКЛОНІВ

Проаналізовано синоптико-аерологічні умови об'єднання циклонів.

Are analysed synoptic-aerologic conditions of cyclone amalgamation.

Теоретичні роботи, а також аналіз синоптико-аерологічних матеріалів з вивчення процесу об'єднання вихорів у помірних широтах у науковій літературі відсутні. Існує кілька досліджень про взаємодію пари вихорів, які мають різні характеристики у внутрішньотропічних широтах. Так, у теоретичних роботах [2; 3] подаються розрахунки, які показують на можливість здійснення цього процесу у тропічних широтах.

Чисельний аналіз поля завихреності через кожні 6 год з просторовим роздільним (через 50 км) дозволив розглянути динаміку двох вихорів. Цей процес виглядав таким чином, що менший за розміром вихор витягувався і починав "накручуватись" на більший за розміром вихор. Якщо вихори мають однаковий розмір, то "накручування" відбувається на той вихор, у якого швидкість переміщення була більшою. Подальші розрахунки дозволили переконатись, що загальна тенденція сильного і слабшого вихорів зберігається, тобто сильніший вихор поглинає слабкіший [1; 2].

Слід мати на увазі, що в позатропічних широтах процес циклогенезу і, імовірно, і інші процеси всередині поля низького тиску визначаються через порушення баротропно-барокліної рівноваги між двома силами, а саме між силою баричного градієнта та силою Коріоліса у планетарному або синоптичному масштабі, у той час як у тропічних широтах зародження вихорів визначає потенційна нестійкість повітряної маси за рахунок вивільнення прихованого тепла, при підйомі з нижніх шарів вологого та більш теплого повітря та збільшення потоку прихованого тепла від поверхні моря. Тобто первинні умови циклогенезу та утворення вихорів у тропічних та позатропічних широтах різні.

Аналіз синоптичних ситуацій, коли відбувається об'єднання циклонів у помірних широтах, показав, що цей процес здійснюється в полі низького тиску в основному при меридіонально спрямованих процесах або в тих, які набувають такого спрямування у висотній улоговині.

Сам процес відбувається при різних синоптичних ситуаціях: 1 – коли найбільш активно розвинений циклон, з гарно виразною ізолобаричною парою, зміщується в північній частині улоговини на південь, поступово втрачає свою активність, а молодий циклон з півдня, піднімаючись на північ, посилює свою активність і поглинає північний циклон; 2 – коли висотна улоговина, розташована в широтному напрямі, поступово розвертається на південь, а циклон у ній зміщується з північного заходу спочатку як активне баричне утворення, а потім поступово втрачає свою активність, у той час як хвиля на помітному фронті спочатку не посилює своєї активності, зміщується з південного заходу України на північ по периферії блокуючого антициклону, поступово набуває більшої активності, стає циклоном і у стадії молодого циклону поглинає старий циклон; 3 – коли два добре розвинені циклони, які перебувають у межах однієї меридіонально спрямованої улоговини, але сформовані на різних висотних

фронтальних зонах, наближаються, то активніший і глибший північний циклон поглинає південний циклон; 4 – коли у вузькій меридіонально спрямованій улоговині на арктичному фронті утворюється циклон, який, піднімаючись на північ, об'єднується з раніше утвореним циклоном; 5 – старий південний циклон поступово втягує у свою систему хвилю на арктичному фронті і різко збільшує свою активність.

Перелік процесів, що відбуваються під час об'єднання циклонів, вказує на різний розвиток їх, але загальним є те, що вони проходять при збільшенні термічних контрастів, а саме за рахунок інтенсивної адвекції холоду в систему південного циклону, у той час як інтенсивність адвекції тепла зменшується, а гребінь тепла переміщується в передню частину циклону, у так звану голову циклону.

Розглянемо детальніше барико-циркуляційні особливості розвитку процесу об'єднання циклонів. Перші два випадки об'єднує одне загальне положення: північний циклон – найактивніше баричне утворення – поступово втрачає свою активність і об'єднується з більш молодим і на той час активнішим баричним утворенням, яке зміщується з півдня. Крім того, сам процес розвивається в улоговині, яка спочатку знаходиться у меридіональному напрямі або поступово набирає такого положення.

Активність північного циклону підтримується значними контрастами температури в середній тропосфері, над якими він утворився. У цей час на АТ₇₀₀ ізологіпси вказують на поглиблення циклону, оскільки область падіння геопотенціалу поширена як у передню, так і в тилу частини циклону і дорівнює 7 дам/12 год та 4–5 дам/12 год відповідно. У термічному полі по карті ВТ_{500/1000}, а також по розподілу поля температури на рівні АТ₈₅₀, у тилу циклону поширюється адвекція холоду, а в передній – слабка адвекція тепла, а тому і у приземному полі області циклону відповідає добре виражена ізолобарична пара, відповідно, П_{3,8} та Р_{8,1} мб/3 год. Циклон розвинений до висоти АТ₅₀₀, але не є холодним утворенням.

З часом відбуваються істотні зміни в термобаричному полі. Так, якщо напередодні північний і південний циклони перебували під Висотною фронтальною зоною, то через добу й надалі з часом від північного циклону ця зона або змістилась на периферію, або зменшила свої контрасти, у той час як південний циклон увесь час перебуває під зоною найбільших контрастів і йому в тил надходить адвекція холоду.

Об'єднання циклонів у поверхні Землі починається, коли формується єдина улоговина з кількома центрами, тобто коли старий північний циклон розпадається на кілька вихорів, і згодом південний циклон уже як інтенсивніший поглинає північний, а вся холодна повітряна маса північного циклону входить у систему південного, значно збільшуючи активність розвитку циклонічного процесу взагалі.