

4) істотного зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище внаслідок використання замкнених, оборотних технологічних схем.

1. Беличенко Ю.П. *Замкнутые системы водообеспечения химических производств.* – М.: Химия, 1989. – 206 с. 2. Киевский М.И., Лерман Е.А. *Очистка сточных вод хлорных производств.* – К.: Техника, 1970. – 159 с. 3. Костюк В.І., Карнаух Г.С. *Очистка сточных вод машиностроительных предприятий.* – К.: Техника, 1990. – 120 с. 4. *Очистка сточных вод предприятий химико-фармацевтической промышленности/ С.В.Яковлев, Т.А.Карюхина, С.А.Рыбаков и др.* – М.: Стройиздат, 1985. – 250 с. 5. Парахонский Э.В. *Охрана водных ресурсов на шахтах и разрезах.* – М.: Недра, 1992. – 191 с. 6. Лесюис А.А. *Очистка подсолнечного масла.* –К.: УкрНИИИТИ, 1968. – 354 с. 7. Snyder L.R., Kirkland J.J. *Introduction to Modern Liquid chromatography.* – N. York, 1979. – 417 p. 8. Hamilton R.J., Sevell P.A. *Wysokosprawna chromatografia cieczowa.* – Warszawa: PWN, 1982. – 267 p. 9. Petrus R., Aksielrud G., Gumnicki J., Piątkowski *Wymiana masy w układzie ciało stałe-ciecz.* – Rzeszów, Ofic. Wyd. PRz, 1998. – 355 p.

УДК 504.3(477.46)

Н.М. Корнелюк, О.О. Мислюк

Черкаський державний технологічний університет

ПРИРОДНІ ФАКТОРИ АЕРОТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ М. ЧЕРКАСИ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

© Корнелюк Н.М., Мислюк О.О., 2007

Розглянуто природні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси та їхнє значення у формуванні екологічного стану у місті. Аналіз метеорологічних факторів, які визначають умови переносу, розсіювання домішок та їх трансформації, показав, що в регіоні переважають процеси нагромадження забруднювальних речовин, що й спричиняє аеротехногенне забруднення навколишнього середовища міста.

This work examined natural factors of air- technical pollution in Cherkassy and there place in forming of the ecological situation in the city. The analysis of the meteorological factors that determine conditions of transferring, dispersing of admixture and there transformation, showed, that processes of accumulation of soiling substances exceed in the region. These factors became the reason of air technical pollution of the natural neighbourhood environment in Cherkassy city.

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими завданнями. З розвитком економіки зростає й навантаження на природне середовище, особливо це відчувається в містах — осередках промисловості. До такої групи міст належить м. Черкаси, яке наприкінці 80-х років увійшло до сотні найзабрудненіших міст колишнього СРСР [1]. Черкаська промагломерація тривалий час була потужним джерелом аеротехногенного забруднення середовища (1975–2000 рр.). Основними забруднювачами були й залишаються сірчистий ангідрид, оксиди азоту, аміак, оксиди вуглецю, сірководень, сірковуглець тощо. Серед пріоритетних забруднювачів екосистем можна відзначити й важкі метали. Високе техногенне навантаження призводить до порушення екосистем міста, пригнічення росту та розвитку рослин, появи екологічного ризику, зростанню захворюваності та смертності населення. Необхідно зазначити, що Черкаси — одне з небагатьох міст в Україні, де діти хворіють на “ацетон”.

Важливе значення у формуванні екологічної ситуації у місті мають природні та антропогенні фактори. Аналіз метеорологічних факторів, який визначає умови переносу та розсіювання домішок, їх трансформацію, а також вимивання з атмосфери, дасть змогу краще зрозуміти причини

формування ореолів забруднення навколишнього середовища й особливості їх розподілення в різних районах міста.

Аналіз останніх досліджень та публікацій доводять, що на відміну від багатьох забруднювачів важкі метали не входять у процеси самоочищення, їм притаманна мала рухомість, висока токсичність й стійкість в навколишньому середовищі. Доведено, що важкі метали як особливо небезпечні полютанти мають здатність до формування геохімічних полів у взаємозв'язку з атмогеохімічними системами, що формуються за участю викидів підприємств у повітряне середовище [8, 15]. Техногенна речовина, що транспортується повітряними масами, акумулюється ґрунтами та рослинами, тому, навіть при дуже низькому рівні надходження, їх вміст в біоценозі зростає й впливає на біоту протягом усього періоду надходження. Поглинання важких металів рослинами відбувається одночасно з надходженням біогенних речовин через кореневу систему, а також як у разі менш рухомих іонів, безпосередньо через листя, хвою та сорбцію корою, яка може бути індикатором аеротехногенного забруднення атмосфери важкими металами в межах полів антропогенного впливу [8, 13]. Ступінь пошкодження зелених насаджень безпосередньо залежить від фітотоксичності забруднювачів атмосфери. Залежно від концентрації забруднювачів та тривалості їх впливу визначаються два типи ушкодження — гострий і хронічний.

Під впливом зростаючого антропогенного навантаження в м. Черкаси порушується функціонування біоценозів. Найбільшого впливу аеротехногенного забруднення в області зазнали насадження, що зростають в безпосередній близькості до обласного центру [19] та рослинний світ міських екосистем [6, 7, 9–13, 18]. Так, переважна частина зелених насаджень міста, особливо південної та північно-східної частини мають незадовільний стан. Характерні ураження рослин: виразки (в усіх видів), пухлини (тополя бальзамічна, гірकोкаштан звичайний, липа серцелиста), мокрий бактеріоз (явір, гірकोкаштан звичайний), лускате відшарування кори (гірकोкаштан звичайний). Ураження листової пластинки виявляється у крайовому та крапковому некрозах. Найбільш гостро зміни виражені у тополі дельтолистої та пірамідальної. На листі у 60% дерев є точкові та крайові некрози. Стовбури 80% яворів мають виразки, 15% насаджень суховерхі. Зрідженість крони тополі дельтолистої коливається від 40 до 90%. У південно-східній частині міста незадовільний стан мають гірकोкаштан звичайний та робінія псевдоакація. До 50% поверхні листя пошкоджені некрозом. Зрідженість крони становить 40%. Здебільшого листя уражене бурю плямистістю (до 20%). Збільшення кількості сухих гілок першого-третього порядку спостерігається у 30% насаджень [18].

Рослини активно сорбують важкі метали, найбільша кількість яких акумулювалась у листі та корі дерев центральної та південно-східної частини міста, що пов'язано з емісією промислових об'єктів південного та східного промислових вузлів, а також значним транспортним навантаженням й незадовільним станом доріг. Так, вміст Cu зростає в 1,3–3,4 рази, Zn — в 1,8–4,3 рази, Pb — в 1,1–3,6 рази, Cd — в 1,3–3 рази порівняно з фоновим вмістом [13, 18].

На формування несприятливої екологічної ситуації в місті впливають метеорологічні умови регіону. Як показало комплексне обстеження забруднення повітряного басейну м. Черкаси потенціал забруднення атмосфери (ПЗА) у районі, який охоплює територію в радіусі 100 км, дорівнює 3.4, що згідно з умовною класифікацією, відповідає дуже високому потенціалу забруднення [14, 17].

Аналіз літературних джерел [1–5] доводить, що закономірності розсіювання та видалення домішок з атмосфери неоднакові й залежать від багатьох факторів, серед яких домінуюче значення належить метеорологічним умовам. У зв'язку з цим особлива увага була приділена розгляду впливу тих метеорологічних параметрів, які характеризують умови переносу продуктів техногенезу (швидкість вітру, повторюваність штилів, інверсій, кількість опадів та днів з туманами), та кліматичних факторів, що визначають інтенсивність метаболізму домішок (сума сонячної радіації, температурний режим атмосфери).

Метою досліджень є аналіз природних факторів аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами.

Результати досліджень. Місто Черкаси розміщено в області північно-східного схилу гірського утворення – Українського кристалічного щита, який поступово опускається в напрямку ріки Дніпро. За геоморфологічним районуванням територія належить до Ірдинсько-Тясминської ерозійної акумулятивної терасової рівнини на палеогеновій основі. У терасовому комплексі ріки Дніпро в межах міста виділені друга та третя надзаплавні тераси. Переважна частина площі міста розміщена в межах третьої надзаплавної тераси, абсолютні відмітки якої 95–110 м і збільшуються у західному напрямку (район "Соснівки" – до 125 м). Безпосередньо до третьої тераси примикає друга надзаплавна тераса, абсолютні відмітки якої становлять 90–93 м. Відкладення цієї тераси виходять на денну поверхню у вигляді прибережної смуги ріки Дніпро завширшки до 150 м.

Враховуючи, що рельєф навколишньої місцевості слабкогористий (коефіцієнт рельєфу місцевості приймається таким, що дорівнює 1), на формування ореолу розсіювання впливатимуть переважно метеорологічні особливості території.

Під час оцінювання техногенного забруднення і ступеня самоочищення і відновлення природного середовища враховувалися три групи факторів:

1. Фактори, які сприяють забрудненню природного середовища у зимовий період:
 - потенціал забруднення атмосфери (ПЗА) (характеризує спроможність атмосфери до самоочищення за рахунок турбулентного переміщення і переносу);
 - кількість опадів у зимовий період (сприяє вимиванню забруднювальних речовин);
 - тривалість періоду з сніговим покривом.
2. Фактори, які сприяють перерозподілу шкідливих речовин у теплий період року, коли переважно й відбуваються процеси самоочищення:
 - кількість опадів за теплий період;
 - число днів з кількістю опадів понад 5 мм (сприяють гарному вимиванню забруднювальних речовин з атмосфери на землю і з верхнього дієвого шару ґрунту у глибші шари).
3. Фактори, що сприяють процесам відновлення природного середовища, а саме розкладанню забруднювальних речовин за рахунок різноманітного роду окисно-відновних реакцій, які визначаються світлоенергетичними факторами:
 - кількість температур вище 10°C і тривалістю періоду з сумою температур 10°C;
 - кількість годин сонячного сяйва;
 - кількість днів з грозою (збільшує надходження радіації).

Потенціал забруднення атмосфери може включати будь-які комбінації метеорологічних факторів, що характеризують умови вертикального й горизонтального розсіювання домішок в атмосфері, наприклад, вітровий режим, стратифікація атмосфери, тумани тощо. Вплив кожного з цих факторів протягом року неоднаковий. Синоптичні процеси в одні періоди відбуваються досить активно, в інші — малоактивно. Якщо атмосферні процеси змінюються швидко, то приземні шари атмосферного повітря швидше самоочищуються від забруднення. При малоактивному розвитку атмосферних процесів та застійних явищах в атмосфері створюються умови для нагромадження шкідливих речовин. Крім того, ПЗА для випадку низького джерела холодних викидів відрізнятиметься від ПЗА для випадку високого джерела нагрітих викидів. У випадку високих джерел викидів домішок найбільші концентрації біля землі досягаються за умов, що характеризуються інтенсивним турбулентним переносом домішок зверху вниз. Такі саме умови повинні сприяти переносу домішок вгору від низьких джерел й очищенню приземного шару.

Головним фактором, який впливає на розповсюдження домішок в атмосфері, є вітровий режим — напрямок та його швидкість. З теоретичних та практичних досліджень відомо, що максимум концентрацій досягається за напрямком панівного вітру.

Протягом року у місті переважають вітри північно-західного, південно-західного та північно-східного напрямків (рис. 1). Така роза вітрів зумовлює перенесення домішок від південно-східного промислового вузла на селітебну зону. Повторюваність штилів за рік становить 20% (табл. 1). Значна повторюваність північно-західних та північно-східних вітрів пов'язана з діяльністю циклонів, які є однією з основних форм атмосферної циркуляції у холодну пору року. У теплу пору року, особливо влітку та восени, переважною формою атмосферної циркуляції є західна. Цим пояснюється велика повторюваність західних та північно-західних вітрів у регіоні.

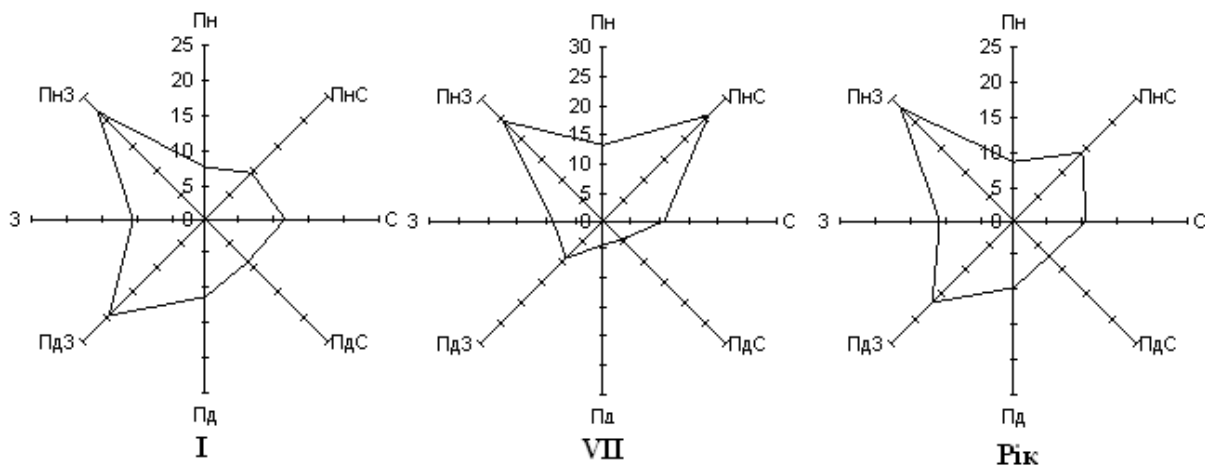


Рис. 1. Роза вітрів за багаторічними даними Черкаського гідрометеоцентру

Таблиця 1

Характеристика вітрового режиму за даними багаторічних спостережень

Місяць	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
Січень	11/5,6	8/3,9	13/4,9	11/4,2	15/4,2	16/4,4	10/5,3	13/6,0	14
Лютий	11/4,8	9/4,6	20/4,9	12/4,6	12/4,6	13/4,5	10/4,7	13/5,3	12
Березень	10/5,0	13/4,6	19/4,5	10/4,5	13/4,5	14/4,4	11/4,9	10/5,7	14
Квітень	13/4,8	12/4,5	19/4,8	10/4,2	14/4,8	11/4,7	8/4,7	13/5,1	15
Травень	16/4,8	13/4,4	19/4,8	7/3,8	11/4,6	10/4,4	9/4,5	15/5,0	20
Червень	17/4,7	13/3,9	11/3,7	6/3,6	10/3,9	11/3,8	12/4,5	20/4,8	26
Липень	11/4,4	13/3,7	10/3,4	4/2,7	7/3,5	11/3,5	15/4,5	23/4,5	27
Серпень	19/4,8	11/3,5	12/3,1	4/3,2	7/4,0	9/3,4	14/4,0	24/4,5	26
Вересень	13/4,1	9/3,7	12/4,0	6/3,8	9/3,7	15/3,8	16/4,0	20/4,7	27
Жовтень	10/4,8	5/3,4	10/3,4	10/3,2	13/3,7	18/3,9	17/4,7	17/4,9	24
Листопад	8/4,3	6/3,9	15/4,1	12/4,0	12/4,8	20/4,4	16/5,3	11/5,2	16
Грудень	10/4,9	7/3,9	9/4,5	11/4,8	15/4,3	19/4,3	14/5,2	15/5,5	14
Рік	13/4,7	10/4,0	14/4,1	9/3,8	11/4,2	14/4,1	13/4,7	16/5,1	20

У чисельнику — повторюваність напрямків вітру, в знаменнику — середня швидкість вітру за напрямками.

Аналіз вітрового режиму показує, що для міста характерна сезонна зміна повторюваності напрямків вітру. Найменшу повторюваність має вітер північного напрямку (6–8%) в осінньо-зимовий період та південного напрямку (5–7%) влітку. Порівняно з холодним періодом року у місті майже у два рази збільшується повторюваність північних вітрів та штилів в теплу пору року [16].

Враховуючи, що одним з головних забруднювачів навколишнього середовища міста є південно-східний промисловий вузол, вітри південною та східною складовою спрямовують димовий факел на селітебну зону й визначатимуть умови забруднення міста. Це підтверджується дослідженнями вмісту важких металів у корі форофітів родини Populus L. (табл. 2). Проспект Хіміків був вибраний як модельна ділянка, оскільки тут розташована ТЕС — головне джерело надходження в біосферу поллютантів, зокрема важких металів, й ця вулиця продувається саме вітрами південно-східного та північно-західного напрямків, що є панівним в зимову пору, коли ТЕС працює на повну потужність.

Характер розсіювання та переносу домішок істотно залежить від швидкості вітру. При тому, швидкість вітру по-різному впливає на розсіювання домішок, що надходять від різних типів джерел викидів. У детальних дослідженнях Безуглої та Сонькіна [1] показано, що в концентрації домішки

залежно від швидкості вітру простежуються два максимуми. Один з них відповідає слабким вітрам (0-1 м/с) й зумовлений дією низьких джерел, які створюють загальний фон забруднення в містах; другий — при швидкостях 3–6 м/с — пояснюється викидами промислових підприємств з високими трубами.

Таблиця 2

Вміст важких металів у корі форофітів родини *Populus* (мг/кг) за сторонами світу на модельній ділянці проспект “Хіміків” (вересень – жовтень 2004 року)

Модельний об'єкт	Cu				Zn				Pb				Cd			
	Пн	Пд	Зх	Сх	Пн	Пд	Зх	Сх	Пн	Пд	Зх	Сх	Пн	Пд	Зх	Сх
1.1	6,0	6,4	5,58	6,3	82,3	116,28	87,4	138,75	6,6	8,1	6,3	9,2	0,13	0,15	0,13	0,17
1.2	4,81	6,68	5,01	5,75	64,7	85,6	67,3	95,7	2,28	3,75	2,64	3,9	0,11	0,15	0,12	0,16
1.3	5,4	5,9	5,55	6,02	79,03	83,0	76,8	85,25	3,76	4,4	3,9	4,55	0,35	0,4	0,3	0,4
1.4	4,63	5,4	4,83	5,75	75,3	77,1	76,6	79,9	3,0	3,25	3,1	3,43	0,12	0,15	0,11	0,15
1.5	5,6	5,91	5,5	6,0	77,12	79,3	76,94	81,0	4,25	4,5	4,36	4,9	0,12	0,12	0,12	0,135
1.6	4,75	10,7	5,45	6,42	49,5	60,5	46,3	39,8	4,2	5,07	4,31	5,65	0,1	0,21	0,1	0,22
1.7	3,4	4,48	3,7	4,35	62,7	64,75	63,8	64,5	8,43	8,55	8,37	8,71	0,25	0,3	0,23	0,3
1.8	5,51	6,22	5,74	8,6	75,5	40,8	49,4	89,5	6,8	7,19	6,6	7,65	0,15	0,17	0,1	0,2
1.9	4,45	4,95	4,62	5,01	42,0	44,65	42,78	46,12	4,08	4,46	4,2	4,5	0,1	0,1	0,1	0,15
1.10	5,5	7,7	5,9	8,16	80,4	65,5	79,32	95,7	3,45	4,2	4,1	4,3	0,13	0,14	0,13	0,18

Насамперед до несприятливих метеорологічних умов потрібно зарахувати штильову погоду — тобто безвітря, або досить слабка швидкість вітру 0–1 м/с. Таких днів у Черкасах буває в середньому за рік 20%, влітку у 1,5–2 рази більше. У регіоні найбільшу повторюваність мають слабкі вітри (до 5 м/с). У річному русі найменша швидкість вітру припадає на літній період, причому у червні – вересні середня швидкість майже однакова (близько 3–4 м/с) (табл. 3). Взимку середня швидкість вітру досягає значень 4,5 – 4,8 м/с, повторюваність швидкостей вітру 0 – 1 м/с та 2 – 5 м/с у середньому становить 30 % від загальної кількості випадків, а влітку – до 40 %.

Таблиця 3

Кліматична характеристика м. Черкаси

Метеорологічні параметри	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Швидкість вітру, м/с	4,5	4,6	4,5	4,2	3,7	3,4	3,1	3,1	3,2	3,5	4,0	4,6	3,9
Температура повітря, °С	-5,2	-5,6	-0,4	7,6	14,9	17,8	20,0	19,3	14,0	7,2	1,4	-3,5	7,2
Відносна вологість повітря, %	88	88	84	73	64	65	66	68	71	80	88	89	77
Кількість опадів, мм	26	28	23	36	46	63	64	55	37	37	37	32	484

Під час дослідження умов розподілу шкідливих домішок в атмосферному повітрі міста враховується як повторюваність малих швидкостей вітру – 0–1м/с, так і повторюваність небезпечної швидкості в межах 4–6 м/с. Швидкість вітру, що перевищує 5м/с здебільшого спостерігається у холодну пору року при західних та північно-західних напрямках. Влітку при південному та південно-західному напрямках, коли повторюваність їх найменша, швидкість вітру становить 3,4 – 3,8 м/с (табл. 1).

Повторюваність слабких вітрів змінюється в межах 35–40 %. Саме за рахунок такого високого значення повторюваності слабких вітрів (з урахуванням усіх інших факторів) потенціал забруднення атмосфери в м. Черкаси дорівнює близько 3,4, що згідно з даними умовної класифікації ПЗА відповідає дуже високому потенціалу забруднення [14].

У добовому русі швидкості вітру у всі місяці максимум припадає на післяполуденний час, що зв'язано з розвитком термічної конвекції й підсиленням турбулентності атмосфери. У зимові місяці середня швидкість вітру у післяполуденний час становить 4,2 – 5,1 м/с, а в теплий період 4,4 – 5,8 м/с. Мінімальна швидкість спостерігається у нічні години.

У табл. 4 показані дані, які характеризують розподіл стійкості різноманітних напрямків повітря в випадках, коли спостерігалися перевищення ГДК по аміаку, сірководню і двооксиду азоту. З аналізу таблиці видно, що підвищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у м. Черкаси на посту спостережень забруднення (ПСЗ) №3 (Дніпровського мікрорайону — південно-східний промвузол) у основному відмічаються при північно-західному і південно-західному напрямках вітру.

Таблиця 4

**Розподіл стійкості різних напрямків вітру
для випадків підвищення ГДК шкідливих речовин на ПСЗ №3**

Стійкість вітру	ПнЗ	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	Штиль
Слабка	1	-	-	1	2	1	-	-	-
Помірна	5	-	1	1	3	-	2	2	-
Сильна	9	3	-	6	1	2	10	6	-
Всього	12	3	1	8	6	3	12	8	3
%	25	3	2	14	10	5	20	14	5

Якщо при помірній і сильній стійкості південно-західного напрямку вітру відбувається безпосередньо перенос викидів шкідливих речовин від ВАТ "Хімволокно", "Азот" та інші, у район розміщення ПСЗ №3, то висока повторюваність перевищень ГДК шкідливих речовин при помірній і сильній стійкості північно-західного напрямку повітря пов'язано з наявністю бризової циркуляції, оскільки поряд з містом розташоване обширне Кременчуцьке водосховище, що призводить до збільшення концентрації шкідливих речовин у 1,5–2,0 рази на відстані 1–2 км від поверхні води. Крім того при стійкій стратифікації й слабких вітрах у місті можуть виникати ситуації значного забруднення повітря викидами від низьких джерел (переважно, від автотранспорту).

Отже, можемо констатувати, що в м. Черкаси вітровий режим не сприяє розсіюванню домішок як від високих джерел емісії, так й від низьких.

До найважливіших метеорологічних факторів, що визначають рівень забруднення в місті, належать температурні інверсії. Наявність у приземному і приграничному шарах атмосфери інверсійних шарів впливає на механізм просторово-часового розподілу шкідливих домішок в атмосфері. Інверсійний стан атмосфери в 95% випадків супроводжується слабким вітром, а навесні, взимку й восени в нічні години – туманом. Для міських умов за наявності великої кількості низьких джерел викидів небезпечні умови нагромадження домішок створюються при приземних та при піднятих інверсіях, оскільки й в першому й в другому випадку ослаблюється вертикальне розсіювання й перенос домішок. Найбільші концентрації забруднювачів спостерігаються у разі застоїв повітря (рис. 2) [2].

Забруднювальні речовини нагромаджуються в шарі "земля – нижня границя інверсії", збільшуючи концентрації шкідливих речовин у 2–3 рази порівняно з фоною. Якщо інверсія формується на висотах 200–500 м, то концентрація забруднювальних речовин біля земної поверхні збільшується на 50–70%, а в деяких випадках на 100%. Потрібно відзначити, що вплив інверсійних шарів на розповсюдження викидів для важких домішок проявляється слабше, ніж для легких, й з збільшенням розміру частинок домішок цей вплив зменшується [5].

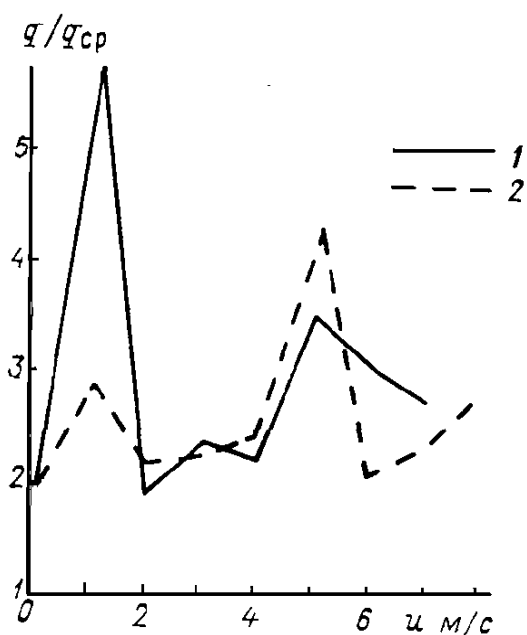


Рис. 2. Концентрація монооксиду Карбону в місті залежно від швидкості вітру

Таблиця 5

Повторюваність приземних та припіднятих інверсій, %

Строк	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
03	<u>28,4</u>	<u>30,0</u>	<u>29,6</u>	<u>45,3</u>	<u>52,3</u>	<u>53,7</u>	<u>61,9</u>	<u>60,6</u>	<u>67,3</u>	<u>42,9</u>	<u>25,0</u>	<u>32,3</u>	<u>43,3</u>
	63,5	62,2	56,1	34,7	22,9	20,7	18,4	19,4	18,7	39,4	63,7	68,1	40,6
09	<u>29,4</u>	<u>27,6</u>	<u>21,0</u>	<u>15,3</u>	<u>8,1</u>	<u>7,3</u>	<u>12,9</u>	<u>21,6</u>	<u>43,7</u>	<u>36,8</u>	<u>24,7</u>	<u>21,6</u>	<u>22,8</u>
	64,2	62,2	63,5	49,7	43,2	38,0	44,5	43,5	34,7	46,8	61,3	67,4	51,4
15	<u>9,7</u>	<u>4,6</u>	<u>4,2</u>	<u>1,3</u>	<u>1,0</u>	<u>2,7</u>	<u>1,0</u>	<u>1,3</u>	<u>7,0</u>	<u>2,6</u>	<u>3,5</u>	<u>9,4</u>	<u>4,0</u>
	78,2	78,8	72,6	72,6	39,7	17,1	19,0	21,9	27,1	60,0	78,7	76,5	50,6
21	<u>21,0</u>	<u>21,2</u>	<u>18,4</u>	<u>19,0</u>	<u>21,3</u>	<u>13,3</u>	<u>23,9</u>	<u>32,9</u>	<u>41,3</u>	<u>35,8</u>	<u>23,3</u>	<u>19,3</u>	<u>24,0</u>
	56,1	64,6	57,7	28,7	16,5	15,7	15,2	18,4	20,7	33,2	58,7	68,7	38,5
Доба	<u>22,1</u>	<u>20,7</u>	<u>17,9</u>	<u>20,3</u>	<u>20,6</u>	<u>28,4</u>	<u>24,9</u>	<u>29,1</u>	<u>39,3</u>	<u>29,5</u>	<u>18,6</u>	<u>18,0</u>	<u>23,5</u>
	68,0	66,7	62,5	38,2	24,0	23,3	25,0	27,1	28,1	44,8	65,6	70,0	45,2

У чисельнику — повторюваність приземних інверсій, у знаменнику — припіднятих інверсій

Макимум повторюваності інверсій у м. Черкаси (табл. 5) відзначається в осінньо-зимовий період із нижньою границею від 100 до 500 м, що призводить до збільшення рівня забруднення в цей період. Навесні і особливо влітку інверсійні шари повторюються рідше, їхні нижні границі розташовуються на більших висотах і тому їх вплив на збільшення фонових концентрацій по місту позначається меншою мірою (на 20–30 відсотків).

Нагромадження домішок в атмосфері, яке зумовлене слабкими вітрами та інверсіями, посилюється в умовах туманів. За наявності ж інверсії та туману вміст домішок на 20–30% вище, ніж у разі туману. За даними метеостанції Черкаської області в середньому за рік спостерігається від 35 до 70 днів з туманами, переважно в осінньо-зимовий період.

Аеротехногенне надходження важких металів в довкілля відбувається у формі органічних та неорганічних сполук у вигляді пилу і аерозолів. Аерозольні домішки, що надходять в атмосферу, видаляються з неї природними процесами самоочищення. Важливе значення при цьому мають атмосферні опади. Найбільша кількість опадів у місті випадає влітку, найменша — взимку та на

початку весни (табл. 3), саме в цей період в атмосферу надходить найбільша кількість забруднювальних речовин, зокрема й аерозолів важких металів, з викидами ТЕС та ін. джерел.

На основі аналізу зв'язку між забрудненнями повітря і метеоумовами для м. Черкаси встановлено, що:

- у разі збереження стійкої маловітряної погоди або туману протягом тривалого періоду (5–7 днів) збільшується вірогідність високого забруднення при постійній потужності викидів;
- високе забруднення може спостерігатися при вітрах південного та південно-східного напрямків;
- при вітрах західної, північно-західної частини горизонту вірогідність випадків високого забруднення в місті невелика;
- високий рівень забруднення формується в нічні і ранкові години у разі слабкої швидкості вітру і підвищеного попереднього показника забруднення повітря, а також у разі слабкої швидкості вітру в поєднанні з туманом.

Вплив метеорологічних факторів на формування рівня забруднення повітря міста великий. Воно визначає значне підвищення концентрації домішок в окремі періоди за рахунок надзвичайно несприятливих для їх розсіювання умов. За несприятливих метеорологічних умов в Черкасах майже за всіма домішками виділяється південний та південно-східний райони високого рівня забруднення. Селітебна зона центральної частини міста характеризується підвищеним рівнем забруднення (рис. 3). Карту підготували працівники Обласного комітету з охорони природи на основі розрахунків забруднення атмосфери м. Черкаси за програмою “Ефір-6,03”. У програму закладені дані всіх стаціонарних джерел забруднення і фонові значення пересувних.

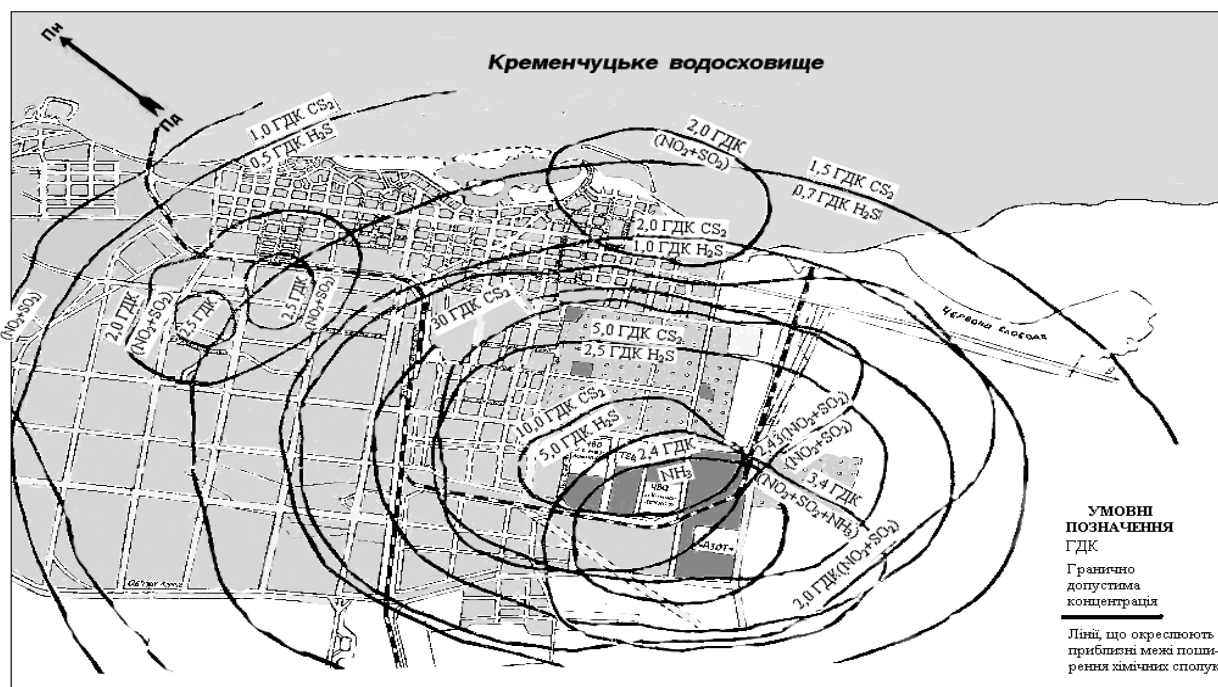


Рис. 3. Карта можливих максимально разових приземних концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі м. Черкаси за найнесприятливіших метеорологічних умов

Разом з тим, аналізуючи лише метеорологічні параметри, які визначають умови переносу продуктів техногенезу, не можна твердити про оцінку всього природного потенціалу забруднення. Потрібен аналіз сукупності природних процесів, які визначають стійкість природного комплексу, а отже, самоочищення і самовідновлення. У табл. 6 наведена характеристика потенційної стійкості природного середовища території міста до зовнішніх впливів. Ця характеристика безпосередньо пов'язана із здатністю природного комплексу до самоочищення.

**Природний потенціал забруднення території м. Черкаси
за даними метеорологічних спостережень за період 2003–2005 рр.**

Фактори, які сприяють									Ступінь самоочищення	Потенційна стійкість природного середовища
забрудненню природного середовища в зимовий період			перерозподілу речовин у теплий період		процесам відновлення природного середовища					
ПЗА	Кількість опадів за зимовий період, мм	Кількість днів із сніговим покривом	Кількість опадів за теплий період, мм	Кількість днів з опадами більше 5 мм	Сума температур вище 10 °С	Кількість днів з t > 10 °С	Кількість днів з грозами	Число годин сонячного сяйва		
3,4	119	92	432	32	2980	173	64	1935	Низька	Переважно нестійка (перехідна)

Отже, несприятливі природні умови, особливо в зимовий період, сприяють нагромадженню забруднювальних речовин, а не їх розсіюванню, що й є причиною високого індексу забруднення атмосфери (вище від середнього). Подальше зростання викидів, а саме така тенденція спостерігається в останні роки (рис. 4), призведе до погіршення екологічного стану у місті. Тому треба враховувати надходження шкідливих речовин на земну поверхню, нагромадження, міграцію і винос їх з ландшафту, а також стійкість ландшафту і його окремих елементів, зокрема урбанofлори.

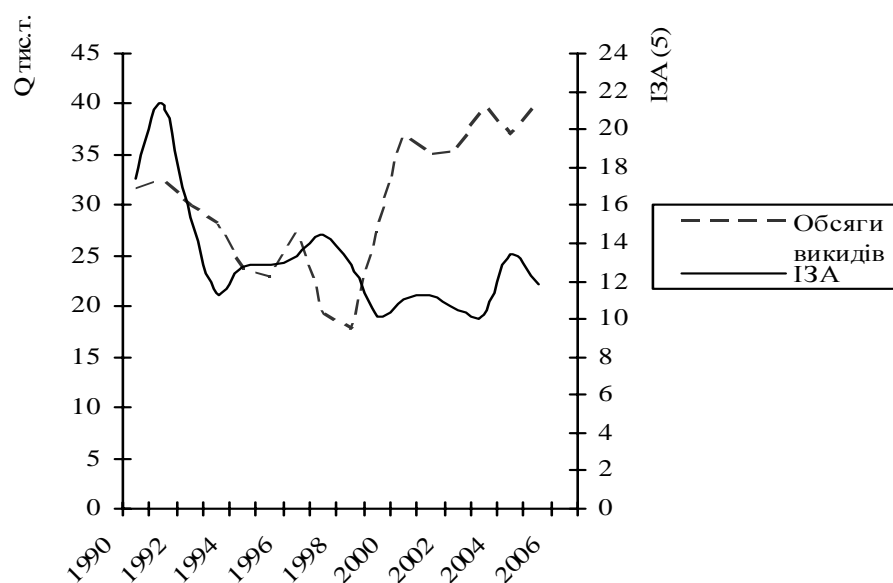


Рис. 4. Динаміка викидів забруднювальних речовин та індексу забруднення атмосфери 1990 – 2005 рр.

Висновки. 1. Аналіз метеорологічних умов свідчить, що в регіоні переважають процеси нагромадження забруднювальних речовин, а не їх розсіювання, що й спричиняє аеротехногенне забруднення навколишнього середовища міста.

2. Під впливом зростаючого антропогенного навантаження в м. Черкаси порушується функціонування біогеоценозів. Найбільшого впливу аеротехногенного забруднення зазнали зелені

насадження, що проростають в безпосередній близькості до обласного центру та рослинний світ міських екосистем.

3. Спільний аналіз природних факторів з даними, що характеризують промислову освоєність території, дасть змогу оцінити ступінь екологічної небезпеки нового промислового освоєння території.

4. Для виявлення закономірностей формування несприятливих екологічних станів у місті необхідне вивчення хімічного складу депонуючих середовищ (грунти, рослинність), а також природних факторів забруднення і самоочищення ландшафтів.

1. Безуглая Э.Ю., Сонькин Л.Р. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха в городах Советского Союза.— Л.: Гидрометеоиздат, 1971. — С. 241–252. 2. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — 184 с. 3. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — 101 с. 4. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.— Л.: Гидрометеоиздат, 1975. — 448 с. 5. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1985. — 275 с. 6. Гайова Ю.Ю. Можливості використання роду тополі (*Populus*) в урбодендроекологічному моніторингу міст з розвинутою хімічною промисловістю (на прикладі міста Черкаси) // Вісник ЧПТ. — №4. — 2001. — С.127 – 130. 7. Гайова Ю.Ю. Визначення можливостей використання гіркокашиштана звичайного і липи серцелистої як рослин індикаторів забруднення важкими металами повітряного басейну м. Черкаси // Екологія і освіта: Здобутки та перспективи діяльності в рамках концепції сталого розвитку: Збірник наукових статей учасників XVIII Міжнародної конференції 10 – 12 жовтня 2002 р. – Черкаси: ЧДТУ, 2003. – С. 57 – 60. 8. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект. — Чернівці: Рута, 2002. — 272 с. 9. Жицька Л. І. Аналіз механізму утворення кислих опадів в атмосферному середовищі міста Черкаси і області та результати якісної оцінки впливу за допомогою методу біоіндикації // Сб. научн. статей “Гигиена населённых мест”. — К., 2000. — С. 56–61. 10. Жицька Л. І. Лишайники як індикатори якості повітряного середовища міст з розвинутою хімічною промисловістю // Міжв. Збірн. наук. пр. ЗДУ “Питання біоіндикації та екології”. – Запоріжжя, 2002. – С.98 – 105. 11. Жицька Л. І. Ліхеноіндикація атмосферних забруднень за допомогою епіфітних лишайників м. Черкас і його околиць // Збірн. тез та доп. X Міжн. конф. “Інтеграційна стратегія державних інституцій та громадськості в соціоекологічній інформованості суспільства: теоретичні та практичні аспекти” / Черкаси, 2006. — С. 56–57. 12. Корнелюк Н.М. Вміст важких металів в ґрунтах міста Черкаси // Тези ІХ Міжнародної конференції “Екологія та освіта: інноваційні інтеграційні технології для сталого розвитку” Черкаси, 2004. — С. 58 – 60. 13. Корнелюк Н.М. Кора дерев – модельний об’єкт при вивченні забруднення території міста Черкаси важкими металами // Актуальні проблеми ботаніки та екології. – К., 2005. — С. 4 – 10. 14. Комплексное обследование загрязнения воздушного бассейна в г. Черкасы // Отчет по НИР – М.: Ин-т прикладной биофизики им. Федорова, 1991. — 10 с. 15. Крамаров С.М., и др. Экологические и гигиенические проблемы загрязнения тяжёлыми металлами почв промышленных агломераций Приднепровья // Екологічний вісник. — 2004 вересень. — С.24 – 27. 16. Огляд стану забруднення атмосферного повітря. Черкаський обласний центр з гідрометеорології. – Черкаси, 2002, 2005. 17. Самотуга В.Г., Мислюк О.О., Мислюк Е.В., та ін. Природний потенціал забруднення атмосфери міста Черкаси. // Матер. міжнар. конф. та всеукр. екологічн. ярмарку “Екологічні проблеми, шляхи та перспективи їх вирішення в регіонах України 27 – 28 жовтня 2000 Черкаси”, 2000. — С.138–142. 18. Створення реєстру забруднюючих доквілля викидів та їх переносу в Черкаській області. //Звіт про науково-дослідну роботу. – Черкаси, ЧДТУ, 2005. —158 с. 19. Чемерис І.А. Чоловічий гаметофіт вищих рослин як індикатор забруднення атмосферного повітря (на прикладі сосни звичайної *Pinus sylvestris* L.). // Збірн. тез та доп. X Міжнар. конф. “Інтеграційна стратегія державних інституцій та громадськості в соціоекологічній інформованості суспільства: теоретичні та практичні аспекти”. – Черкаси, 2006. — 57 с.