

MOBILE SOURCES OF AIR POLLUTION IN THE INDUSTRIAL CITY IN THE MODERN PERIOD

Grebnyak N.P., Fedorchenko R.A.

ПЕРЕСУВНІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ІНДУСТРІАЛЬНОГО МІСТА У СУЧАСНИХ УМОВАХ



**ГРЕБНЯК М.П.,
ФЕДОРЧЕНКО Р.А.**

Запорізький
державний
медичний
університет

УДК 502.3 : 504.5 :
614.71 (1-25)

Ключові слова:
атмосферні
забруднення,
пересувні
джерела, викиди,
автотранспорт.

Пріоритетним напрямком усіх профілактичних та природоохоронних заходів є здоров'я населення. Воно належить до системоутворюючих чинників суспільно-економічної політики держави. Науково-технічний прогрес формує нове довілля. Характер впливу на організм шкідливих викидів залишається досить нез'ясованим, що є перешкодою під час вирішення питань керування якістю довілля [1, 2]. У зв'язку з цим особливого соціального звучання набуває розробка сучасних методів оцінки чинників навколишнього середовища [3].

Актуальність проблеми. Сьогодення здоров'я значною мірою залежить від стану навколишнього середовища. За даними ВООЗ, майже 80% захворювань залежать від довілля [4]. Внаслідок техногенного навантаження відбуваються глобальні зміни навколишнього середовища, що зумовлюють значне його забруднення, руйнування природи, зниження адаптаційних резервів організму людини до дії різноманітних чинників [5, 6].

Нині масова емісія забруднюючих речовин у довілля переважно спричинена пересувними джерелами. Вихлопні гази містять понад 200 різних хімічних сполук — продуктів повного та неповного згорання палива. Серед цих сполук особливий інтерес з гігієнічної точки зору становлять оксиди вуглецю, азоту, вуглеводні, альдегіди, сажа. У вироб-

ництві високооктанових автомобільних бензинів широко використовуються тетраетилсвинець. Етилюванню підлягають близько 50% автомобільних бензинів, а вміст свинцю може сягати 0,36 г/л [7]. За останнє десятиріччя у багатьох країнах світу спостерігається швидке зростання кількості автомобільного транспорту та концентрація його у містах.

Мета роботи: вивчити особливості забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами.

Матеріали та методи дослідження. Валові викиди в атмосферне повітря від пересувних джерел аналізували у динаміці з 1990 по 2013 рік за оксидом вуглецю, неметановими вуглеводнями, оксидами азоту, діоксидом сірки, метаном та сажею. Для об'єктивної характеристики забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя враховано забруднювачі, комплексна оцінка яких дала змогу розрахувати аерогенне навантаження на організм людини.

Характеристику та оцінку рівнів забруднення атмосферного повітря різних районів проведено на підставі аналізу концентрацій шкідливих речовин за тривалий період систематичних спостережень (1990-2013). Середньорічні концентрації розраховували на підставі вимірювань середньодобових концентрацій лабораторіями санепідстанцій та обласного центру гідрометеорології (ОЦГМ). На стаціонарних постах

ПЕРЕДВИЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГОРОДА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Гребняк Н.П., Федорченко Р.А.

Запорожский государственный медицинский университет

Цель работы: изучение особенностей загрязнения атмосферного бассейна передвижными источниками.

Материалы и методы исследований: промышленные выбросы в атмосферный воздух индустриального города от стационарных и передвижных источников; анализ и обобщение современных научных публикаций по проблемам атмосферных загрязнений промышленных городов.

Результаты. В современный период в индустриальных городах объемам промышленных выбросов от стационарных

и передвижных источников присуща разнонаправленность изменений. На фоне уменьшения выбросов от стационарных источников выбросы от передвижных источников существенно увеличились, вследствие чего удельный вес передвижных источников возрос до трети суммарных выбросов. Прогрессирующее увеличение автомобильного транспорта в качестве техногенного загрязнения атмосферного воздуха изменяет спектр и объем экотоксикантов.

От передвижных источников воздушный бассейн индустриального города наиболее загрязняется диоксидом и оксидом углерода, неметановыми летучими органическими соединениями, оксидом и диоксидом азота.

Ключевые слова: атмосферные загрязнения, передвижные источники, выбросы, автотранспорт.

© Гребняк М.П., Федорченко Р.А. СТАТТЯ, 2015.

№ 4 2015 ENVIRONMENT & HEALTH 26

MOBILE SOURCES OF AIR POLLUTION
IN THE INDUSTRIAL CITY IN THE MODERN PERIOD
Grebnyak N.P., Fedorchenko R.A.
Zaporozhye State Medical University

Objective: to study the characteristics of the basin pollution by mobile sources.

Materials and methods: industrial air emissions of the industrial city from stationary and mobile sources; analysis and synthesis of modern scientific publications on air pollution of industrial cities.

Results. In the modern period in the industrial cities of the volume of industrial emissions from stationary and mobile sources is inherent in oppo-

site changes. Against the background of reduction of emissions from stationary sources, emissions from mobile sources has increased significantly. As a consequence, the share of mobile sources increased to a third of total emissions.

The progressive increase in road transport as a man-made air pollution changes the range and volume of toxicants. From mobile sources air swimming pool industrial city most polluted dioxide and carbon monoxide, non-methane volatile organic compounds, nitrogen oxide and dioxide.

Keywords: air pollution, mobile sources, emissions, transport.

ОЦГМ проводилися дослідження вмісту завислих речовин, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, оксиду азоту, діоксиду азоту, фториду та хлориду водню, фенолу, формальдегіду, бенз(а)пірену. Лабораторіями санепідстанції досліджувалися небезпечні сполуки згідно з рекомендаціями, викладеними у РД 52.04.186-89 [9] та ДСП 201-97 [10], за таким складом: завислі речовини, діоксид сірки, оксид та діоксид азоту, фторид водню, фенол, формальдегід, оксид вуглецю, хлорид водню.

Результати. З урахуванням значного часового лагу досліджень (понад 20 років) проаналізовано забруднення повітряного басейну індустріального міста залежно від рівня використання потужностей виробництва. За високого рівня вони використовувалися більше 85%, а за помірного — менше 70%. Встановлено, що за увесь період спостережень загальні викиди знизилися на $(13,3 \pm 3,8)$ тис.т/р ($p < 0,05$). Але викиди від стаціонарних та пересувних джерел мали різнонаправлений характер. Так, викиди від стаціонарних джерел зменшилися на $(33,7 \pm 10,1)$ тис. т/рік ($p < 0,01$), а від пересувних джерел зросли на $(20,7 \pm 2,2)$ тис. т/рік ($p < 0,001$). На значне зростання ролі пересувних джерел вказує динаміка їхньої питомої ваги (зростання на 12,4%), за рахунок чого вони складають майже третину усіх викидів — $(28,8 \pm 0,4)\%$. Підтвердженням різнонаправлених закономірностей також є темпи росту, які для стаціонарних джерел становили 20,5%, а для пересувних — 1,63 рази. За рахунок вказаної питомої ваги пересувних джерел від загальних викидів сягнула $(28,8 \pm 0,4)\%$ ($p < 0,001$). При аналізі структури викидів від пересувних джерел (рис.)

встановлено, що викиди в атмосферне повітря від транспорту на 76,2% представлені оксидом вуглецю, на 11,9% — неметановими вуглеводнями, на 9,5% — оксидами азоту, на 1,1% — сажею, на 0,9% — діоксидом сірки, на 0,3% — метаном. З 1990 по 2013 рік у 2,2 рази збільшилися обсяги викидів оксиду вуглецю (з 16500 т до 36183 т), у 3,2 рази — оксидів азоту (з 1400 т до 4510 т) та в 1,8 рази — вуглеводнів (з 3200 т до 5638 т).

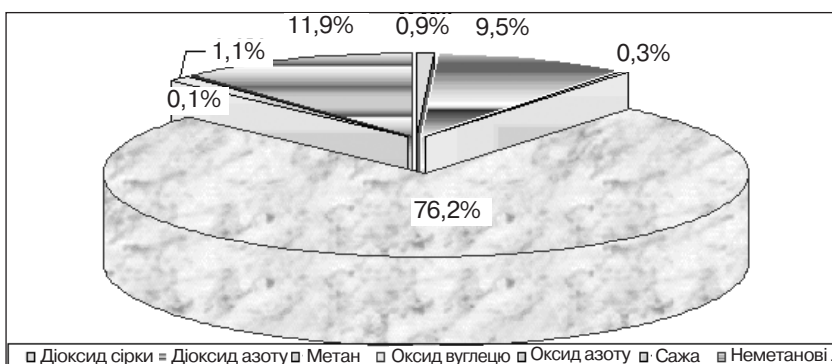
За помірного рівня валових питомих викидів (ВПВ) обсяги загальних питомих викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря дещо зменшилися (табл. 1). Специфічною законо-

мірністю динаміки питомих промислових викидів є вірогідне зниження їх за помірного рівня від стаціонарних джерел відповідно на $(25,8 \pm 11,4)$ кг/людину ($p < 0,05$) та $(121,1 \pm 39,8)$ т/км² ($p < 0,05$). На противагу цьому питомі викиди від пересувних джерел зросли відповідно на $(22,4 \pm 6,8)$ кг/людину ($p < 0,05$) та $(73,2 \pm 14,1)$ т/км² ($p < 0,001$).

Загалом викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря міста від пересувних джерел становлять $(45988,48 \pm 1100,08)$ т, у т.ч. від автотранспорту суб'єктів господарської діяльності — $(14331,40 \pm 493,73)$ тис. т (табл. 2).

При аналізі загальних обсягів викидів автотранспорту встановлено, що перше місце поси-

Структура викидів від пересувних джерел



Рисунок

Обсяги питомих викидів в атмосферне повітря залежно від рівня ВПВ ($M \pm m$)

Таблиця 1

Викиди	Рівень ВПВ		Різниця
	високий	помірний	
Загальні викиди, т/км ²	706,4±25,9	658,4±26,1	$p < 0,1$
Загальні викиди, кг/людину	231,7±15,6	228,4±16,9	$p > 0,05$
Викиди від стаціонарних джерел, т/км ²	590,1±34,0	469,0±20,7	$p < 0,05$
Викиди від стаціонарних джерел, кг/людину	189,5 ± 9,6	163,7±7,0	$p < 0,05$
Викиди від пересувних джерел, т/км ²	116,2 ± 12,9	189,4±5,8	$p < 0,001$
Викиди від пересувних джерел, кг/людину	42,2 ± 6,7	64,6±1,9	$p < 0,05$

дають вантажні автомобілі (5930,58 ± 183,24) т, друге місце — пасажирські легкові автомобілі (3944,68 ± 140,08) т, третє — пасажирські автобуси (1916,05 ± 88,59) т. У деяких регіонах України викиди автотранспорту складають більшу частину від загальної кількості викидів: в Євпаторії та Ужгороді — 91%, в Ялті, Полтаві та Хмельницькому — 88%, у Сімферополі, Івано-Франківську і Луцьку — 83%, у Львові — 79%, у Вінниці та Києві — 77% [8]. Автотранспорт також є головним джерелом забруднення м. Москви. За даними Московської природи, кількість забруднюючих твердих речовин у викидах від автотранспорту становить 120 кг/мешканця/рік. Їхня питома вага у загальному обсязі твердих викидів наближається до 80%, за оксидом вуглецю — 96%, за вуглеводнями — 98%. Територія міста підлягає інтенсивному забрудненню викидами оксиду вуглецю та оксидів азоту, коливання концентрацій яких відбувається у межах 5-20 ГДКм.р. [11]. Постійне зростання питомої ваги автотранспорту з 15,7% до 19% від загальних викидів забруднюючих речовин також відзначається й іншими дослідниками [12].

Таким чином, нині все більшого значення набуває гігієнічна оцінка забруднення атмосферного повітря автотранс-

портом. Зростання кількості автомобілів та їхнього пробігу зумовлює збільшення вихлопних газів та забруднення атмосферного повітря міста. У великому промисловому місті проблема атмосферних забруднень автотранспортом ускладнюється трудністю розсіювання вихлопних газів у зоні дихання пішоходів. Це зумовлюється наявністю високих будівель, вузькими вулицями, рельєфом місцевості, організацією руху автотранспорту, використанням маршруток, інтенсивністю руху, неможливістю експлуатації автомобілів на найбільш сприятливих режимах (з позиції токсичності вихлопних газів).

Якісний та кількісний склад вихлопних газів залежить від особливостей конструкції двигуна, технологічного стану, терміну використання, потужності, режиму роботи, якості палива. Вихлопні гази автотранспорту містять понад 200 різних хімічних речовин, серед яких особливий інтерес являють аерозоль свинцю, окис вуглецю, окисли азоту, вуглеводні, альдегіди, сажа. При аналізі викидів шкідливих речовин від пересувних джерел та виробничої техніки встановлено, що найбільше повітряний басейн міста забруднюється діоксидом вуглецю (табл. 3).

В Україні співвідношення між

Таблиця 2

Загальні обсяги викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел (M±m)

Вид джерел викидів	Обсяг викидів, т	Ранг
Загалом	45988,48±1100,08	
Від автотранспорту: у т.ч.	14331,40±493,73	
вантажні автомобілі	5930,58±183,24	1
пасажирські автобуси	1916,05±88,59	3
пасажирські легкові автомобілі	3944,68±140,08	2
спеціальні легкові автомобілі	671,63±7,41	5
спеціальні нелегкові автомобілі	1868,45±191,43	4

Таблиця 3

Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел (M±m)

Забруднюючі речовини	Обсяг викидів, т	Ранг
Оксиди й діоксиди азоту	4348,53±185,15	4
Діоксид сірки	422,32±23,21	6
Оксид вуглецю	35105,33±752,24	2
Вуглеводні	150,73±3,15	7
Сажа	489,75±35,55	5
Неметанові леткі органічні сполуки	5469,78±118,36	3
Діоксид вуглецю (тис. т)	542,15±18,32	1

викидами забруднюючих речовин та діоксидом вуглецю становить 1 : 25,4. При цьому головним джерелом діоксиду вуглецю є стаціонарні джерела (83,2%), а викиди від усіх пересувних джерел — 16,8%. Слід зазначити, що вид шкідливих речовин від транспортних засобів залежить від виду палива. Зокрема, свинець викидається лише при використанні бензину (0,013 кг/т), бенз(а)пірен та сажа — дизельного палива (0,03 кг/т та 3,85 кг/т). При цьому найбільше питомих викидів вказаних шкідливих речовин реєструється при використанні саме цих видів палива, відповідно 3460,9 кг/т та 3217,1 кг/т.

На питомих викиди забруднювачів суттєво впливає технологічний стан транспортних засобів (КТС), особливо на викиди метану (КТС 1,4-1,8), оксиду вуглецю (КТС 1,5-1,7) та сажі (КТС 1,0-1,8).

Найбільше бенз(а)пірену викидається при використанні газойлів (0,03 кг/т), свинцю — при використанні бензину (0,013 кг/т), оксиду вуглецю — при використанні бензину або скрапленого газу (201,8 кг/т), вуглекислого газу — при використанні бензину або газойлів (3183 кг/т). Неметанових летких органічних сполук найбільше викидають пасажирські автобуси (у середньому 46,0 кг/т) та вантажні автомобілі (у середньому 45,0 кг/т).

Ситуація ускладнюється тим, що вихлопні гази автотранспорту надходять у приземний шар атмосфери, що уповільнює їх розсіювання. Вузькі вулиці та центральний проспект Леніна у м. Запоріжжі, високі будівлі поблизу магістралей є перешкодою для розсіювання забруднювачів. Накопичення деяких компонентів вихлопних газів у зоні дихання пішоходів (наприклад, оксидів азоту) сприяє розвитку низки фотохімічних реакцій у приземному шарі атмосфери з утворенням ще більш токсичних нових сполук — фотооксидантів.

Висновки

1. Прогресуюче зростання кількості автомобільного транспорту в якості техногенного забруднювача атмосферного повітря змінює спектр та обсяг екотоксикантів. Обсяги загальних викидів протягом останніх років зросли на 6,8%, оксиду та

діоксиду азоту — на 17,9%, діоксиду сірки — на 26,7%, сажі — на 39,2%. Загалом частка викидів від транспорту у загальному обсязі викидів в атмосфері збільшилася з 8,7% до 29,2%.

2. Обсягам викидів від стаціонарних та пересувних джерел властива різноспрямованість змін. Викиди від стаціонарних джерел зменшились, а від пересувних джерел суттєво зросли. За рахунок цього їхня питома вага у сумарному забрудненні промислового міста металургійної галузі зросла на $(28,8 \pm 0,4)\%$. Внаслідок вказаного відбулися й зміни їхньої питомої ваги.

3. Від пересувних джерел та виробничої техніки повітряний басейн міста найбільш забруднюється діоксидом вуглецю, оксидом вуглецю, неметановими леткими органічними сполуками та оксидами й діоксидами азоту. Найбільше викидів шкідливих речовин у місті — від вантажних автомобілів, пасажирських легкових та пасажирських автобусів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авалиани С.Л. О гармонизації підходів к управленію качеством атмосферного воздуха / С.Л. Авалиани, А.Л. Мишина // Здоровье населения и среда обитания. — 2011. — № 3. — С. 44-48

2. Рахманин Ю.А. Оценка ущерба здоровью человека как одно из приоритетных направлений экологии человека и инструмент обоснования управленческих решений / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Г.И. Румянцев и др. // Гигиена и санитария. — 2006. — № 5. — С. 4-10.

3. Гребняк М.П. Донозологическая диагностика болезней органов дыхания у жителей мегаполиса металлургического профиля / Н.П. Гребняк, Р.А. Федорченко // Ежемесячный научный медицинский журнал Интер-Медикал. — 2015. — № 4 (10). — С. 25-29.

4. Михайлова Е.В. Здоровье детей школьного возраста на территориях с разными уровнями загрязнения атмосферного воздуха / Е.В. Михайлова // Здравоохранение Российской Федерации. — 2004. — № 6. — С. 25-28.

5. Основи екології: підручник для студентів вищих навч. закладів / В.Г. Бардов, В.І. Федоренко, Е.М. Білецька та ін. — Нова Книга, 2013. — 424 с.

6. Гжегоцький М.Р. Нариси про-

філактичної медицини: монографія / М.Р. Гжегоцький, В.І. Федоренко, Б.М. Штабський. — Л.: Медицина і право, 2008. — 399 с.

7. Нибивач В.М. Якість автобензинів та екологічна безпека / В.М. Нибивач, В.О. Герасименко // Довкілля та здоров'я. — 2002. — № 2 (21). — С. 26-28.

8. Статистичний збірник "Україна у цифрах". — 2013. — Режим доступу: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_Ukr_.htm

9. РД 52.04.186-89 "Руководство по контролю загрязнения атмосферы". — М., 1991. — 603 с.

10. ДСП 201-97 "Державні санітарні правила охорони населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)". — К., 1997. — 35 с.

11. Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей / под. ред. Б.А. Ревича. — М., "Адамант", 2006. — 246 с.

12. Гутникова Е.А. Влияние качества атмосферного воздуха на здоровье детского населения / Е.А. Гутникова, Д.С. Шувалова // Экономические и социальные перемены в регионе: факты, тенденции, прогноз. — 2007. — Вып. 40. — С. 80-87.

REFERENCES

1. *Avaliani S.L., Mishina A.L.* O harmonizatsii podkhodov k upravleniyu kachestvom atmosfernogo vozdukha [On the harmonization of approaches to the management of air quality]. In : *Zdorovyie naseleniya i sreda obitaniya* [Public health and environment]. 2011 ; 3 : 44-48 (in Russian).

2. *Rakhmanin Yu.A., Novikov S.M., Rumiantsev G.I.* Otsenka ushcherba zdoroviyu cheloveka kak odno iz prioritetnykh napravleniy ekologiyi cheloveka i instrument obosnovaniya upravlencheskikh resheniy [Assessment of damage to human health as one of the priority areas of human ecology and a tool to inform management decisions]. In : *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. 2006 ; 5 : 4-10 (in Russian).

3. *Grebniak N.P., Fedorchenko R.A.* Donozologicheskaya diagnostika bolezney organov dykhaniya u zhitel'ey megapolisa metallurgicheskogo profilia [Preclinical diagnosis of respiratory diseases among residents of the metropolis metallurgical industry]. In : *Mesiachnyy nauchnyy zhurnal Inter-Medical* [Monthly scientific medical journal Inter — Medical]. 2015 ; 4 (10) : 25-29 (in Russian).

4. *Mikhaylova E.V.* Zdorovyie detey shkol'nogo vozrasta na territoriyakh s raznym urovnem zagriazneniya atmosfernogo vozdukha [He-

alth school-age children also demanded in areas with air pollution level]. In : *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii* [Health of the Russian Federation]. 2004 ; 6 : 25-28 (in Russian).

5. *Bardov V.G., Fedorenko V.I., Biletska E.M.* Osnovy ekologiyi. [Fundamentals of Ecology]. Nova Knyga ; 2013 : 424 p. (in Ukrainian).

6. *Gzhegotsky M.R., Fedorenko V.I., Shtabsky B.M.* Narisy profilaktychnoy medytsyny. [Sketches of Preventive Medicine]. In : Lviv ; 2008 : 399 p. (in Ukrainian).

7. *Nybyvach V.M., Gerasymenko V.O.* Yakist avtobenzyniv ta ekologichna bezpeka. [The quality of gasoline and environmental safety]. In : *Dovkilliya ta zdoroviya*. [Environment and Health]. 2002 ; 2 (21) : 26-28. (in Ukrainian).

8. *Statystychnyy zbirnyk "Ukraina u tsyfrakh"* [The statistical compilation of Ukraine in figures]. 2013 ; p. Available at: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_Ukr_.htm (in Ukrainian).

9. РД 52.04.186-89 *Rukovodstvo po kontroliu zagpiazneniya atmosfery* [Manual control of air pollution]. 1991 ; 603 p. (in Russian).

10. *SSR 201-97 Derzhavni sanitarni pravyla okhorony naselenykh mists (vid zabrudnennia khimichnyimi ta biologichnyimi rechovyname)* [State sanitary rules for the protection of populated areas (from contamination by chemical and biological agents)]. 1997 ; 35 p. (in Ukrainian).

11. *Revich B.A.* Klimat, kachestvo atmosfernogo vozdukha i zdorovyie moskvichey [Climate, air quality and health of Muscovites]. Moscow ; 2006 : 246 p. (in Russian).

12. *Gutnikova Ye.A., Shuvailova D.S.* Vliyaniye kachestva atmosfernogo vozdukha na zdorovyie detskogo naseleniya [The impact of air quality on children's health]. In : *Ekonomicheskiye i sotsialnye peremeny v regione: fakty, tendentsii, prognoz*. [Economic and social changes in the region : facts, trends, forecast]. 2007 ; 40 : 80-87 (in Russian).

Надійшла до редакції 07.02.2015