

Гігієнічні та епідеміологічні дослідження

УДК 613.32:34

Л.І.Власик, І.Ф.Прунчак, М.М.Тураш, Т.І.Кметь*

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ м. ЧЕРНІВЦІ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ ТА ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЙОГО КОНЦЕНТРАЦІЮ

Кафедра гігієни та екології (зав. – проф. Л.І.Власик) Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці

*Лабораторія фізичної і хімічної аналітики (зав. – к.х.н. М.М.Тураш)

ДП НДІ медико-екологічних проблем МОЗ України, м. Чернівці

Резюме. За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільші максимальні разові концентрації формальдегіду в атмосферному повітрі м. Чернівці спостерігалися в районі вузьких вулиць з нерівним рельєфом та поганою аерацією, найменші – у нових районах з широкими вулицями і достатньою аерацією. Ймовірною причиною збільшення концентрації формальдегіду в атмосферному повітрі можуть бути

відпрацьовані гази автомобілів. За результатами кореляційного аналізу встановлено, що підвищенню максимально разових концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі сприяє збільшення кількості автотранспорту, підвищення температури навколишнього середовища та зменшення швидкості руху повітря.

Ключові слова: формальдегід, атмосферне повітря.

Вступ. Технології у сфері промисловості і транспорту удосконалюються відповідно до вимог часу і суспільства. Проте технічний прогрес набагато випереджає прогрес у сфері екології та охорони навколишнього природного середовища. Повітряне середовище інтенсивно забруднюється викидами промислових підприємств та різних видів транспорту. За даними [1], у багатьох містах Придніпровського регіону в атмосферному повітрі (АП) сільбищної зони спостерігаються значні концентрації фенолу (у 2 рази більше річної ГДК), аміаку (у 2,5 рази більше ГДК), формальдегіду (перевищення ГДК від 3,3 до 16,7 рази). Причому формальдегід (ФД) найбільший специфічний забруднювач для всіх міст регіону. Як зазначають [3], він складає високу токсикологічну і певною мірою канцерогенну небезпеку для здоров'я населення.

Місто Чернівці не належить до економічно розвинутого промислового регіону, тому спектр забруднювачів повітря в ньому дещо вужчий і концентрація їх нижча. Проте проблема забруднення АП у ньому не менш гостра, у першу чергу, за рахунок переваження вулиць автотранспортом. За даними офіційного сайту державного управління охорони навколишнього природного середовища, у Чернівецькій області в місті в АП виявлено підвищені концентрації діоксиду азоту, оксиду вуглецю, ФД та інших поллютантів. Із зазначених речовин найбільш небезпечним для людини є ФД. Ця речовина викидається підприємствами, які використовують фенол-формальдегідні смоли, також вона мігрує з фанери, пластиків - при застосуванні формальдегідмістких клеїв. Однак підприємств, які б забруднювали повітря цим поллютантом, у Чернівцях дуже

мало. Тому ми вважали за доцільне вивчити можливе збільшення концентрації даної речовини в АП за рахунок викидів відпрацьованих газів (ВГ) автотранспорту.

Дані літератури [6] по-різному характеризують внесок ВГ автомобілів у забруднення АП. Вони, в основному, стосуються альдегідів у цілому, хоча альдегіди надходять із ВГ бензинових двигунів у вигляді ФД та акролеїну. Формальдегід утворюється в двигунах внаслідок неповного окиснення органічних сполук бензину. За останні роки здійснено майже повний перехід на етилювання бензину новоствореними органічними добавками, які являють собою розчини складних органічних сполук у спирті. При температурі 400°C та в присутності мідного каталізатора з них досить легко синтезується формальдегід, який із ВГ попадає в атмосферу. У більшості великих міст країни внесок викидів автотранспорту становить більше 70% від сумарного забруднення АП [13]. Прогнозується, що частка внеску автотранспорту в забруднення атмосфери в майбутньому буде зростати, оскільки темпи збільшення його кількості вищі, ніж промислового виробництва [8,9].

Склад ВГ залежить від типу двигуна, режиму його роботи, технічного стану та якості палива. Сьогодні вивчено понад 200 компонентів як органічного, так і неорганічного походження, що входять до складу відпрацьованих газів автомобілів [5]. Більшість із цих речовин токсичні (альдегіди, оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні). Виявлено 19 компонентів ВГ, які безпосередньо створюють ризик розвитку тієї чи іншої патології в людей [4]. Серед них важливе значення має ФД. Однак у викидах автотранспорту нормується вміст вуглекислого газу, а не формальдегід. По-

стійне забруднення повітря ФД сприяє погіршенню стану здоров'я населення. Тому питання щодо забезпечення необхідної якості повітря за даним інгредієнтом є одним із важливих завдань екології [12].

Мета дослідження. Встановити чинники, що впливають на забруднення АП м. Чернівців ВГ автомобілів, зокрема формальдегідом, на вулицях з різною інтенсивністю руху автотранспорту.

Матеріал і методи. Об'єктом досліджень було АП різних районів міста та вміст у ньому максимально разових концентрацій ФД.

Відбір проб повітря проводився одночасно із спостереженням за метеорологічними умовами та інтенсивністю транспортного потоку на досліджуваних ділянках міста.

Моніторинг проводився в 6 реперних точках, розміщених у різних районах м. Чернівці. Одна з точок була контрольною і знаходилась в районі с. Заволока на горі Окру, де повітря було відносно „чистим”. Дослідження проведені в літній та осінній періоди року, оскільки у цей час спостерігається найбільша інтенсивність руху автотранспорту територією міста. Крім того, температурний чинник у зазначені періоди року суттєво впливає на вміст органічних забруднювачів в атмосферному повітрі у зв'язку з тим, що більшість з них є леткими сполуками.

Відбір повітря проводився як із приземного шару (1,5 м над поверхнею ґрунту) [7], яким переважно дихає людина, так і на висоті 5-20 м, з метою визначення вертикального розподілу забруднювачів. Проби відбиралися у поглиначі й аналізувалися у лабораторії в день відбору.

Концентрацію ФД визначали фотометричним методом [11]. Визначення шільності потоку автотранспорту проводилося методом хронометражу з визначенням кількості автомобілів, що проїжджають за годину. Відносну вологість АП визначали за допомогою аспіраційного психрометра згідно з інструкцією до приладу. Швидкість руху АП визначали за допомогою крильчатого анемометра згідно з інструкцією до приладу. Атмосферний тиск вимірювався барометром, а напрямок руху повітря – флюгером. Крім цього, визначалися такі погодні показники, як хмарність, наявність опадів, туману тощо. Всього проведено 210 досліджень проб повітря на наявність ФД, 34 заміри шільності потоку автотранспорту та по 32 вимірювання температури, вологості швидкості і напрямку руху АП та атмосферного тиску.

Отримані результати обробляли за допомогою загальноприйнятих статистичних методик із використанням багатофакторного кореляційного аналізу [2,10].

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз узагальнених даних (табл.1) за літній період показав, що найбільша концентрація ФД на висоті 1,5 м від поверхні землі спостерігалася на вул. Гагаріна ($0,083 \text{ мг/м}^3$ - перевищення ГДК у 2,4 раза) і найменша - на проспекті Незалежності

($0,014 \text{ мг/м}^3$ - 0,4 ГДК). На решті вулиць концентрація ФД також перевищувала ГДК від 1,3 до 1,9 раза.

У контрольній точці, яка розташована на горі Окру с. Заволока, його концентрація становила $0,01 \text{ мг/м}^3$.

При цьому найбільшу шільність потоку автотранспорту відмічали на вул. Гагаріна і найменшу – на вул. Л. Кобилиці (табл.1). Вірогідних розбіжностей температури АП при відборі проб на зазначених вулицях не було. Найкраще провітрювання виявлено на проспекті Незалежності, вул. Заводській та Руській. Найгірша аерація на вулицях Гагаріна та Л.Кобилиці. Це зумовлено особливостями їх забудови та рельєфом місцевості.

На висоті 5,0 м від поверхні землі в літній період перевищення ГДК формальдегіду зазначено у всіх досліджуваних точках. На нашу думку, це можна пояснити тим, що ВГ, у тому числі і ФД, піднімаються вгору за рахунок різниці температур приземного шару повітря і на висоті 5м. З іншого боку, рух автотранспорту створює вихрові потоки повітряних мас, що піднімаються вгору і тим самим сприяють підвищенню концентрації ФД. Таке явище має певну небезпеку для мешканців прилеглих будинків, оскільки забруднене повітря може проникати в їхні помешкання.

На висоті 20 м (проспект Незалежності) концентрація ФД менша, ніж на висоті 5 м. Це явище можна пояснити “розведенням” ВГ чистим повітрям на більших висотах.

Незначне збільшення концентрації ФД на висоті 5 м від поверхні ґрунту спостерігалось при підвищенні температури АП. Це певною мірою можна пояснити тим, що з підвищенням температури збільшується його леткість.

За високої вологості повітря та низького атмосферного тиску, при майже не змінній шільності потоку автотранспорту, спостерігалось зменшення концентрації ФД. Аналогічний результат зареєстровано під час та після опадів незалежно від кількості автотранспорту й інтенсивності аерації вулиць. Це можна пояснити тим, що він добре розчиняється у воді і абсорбується крапельками вологи.

Результати дослідження вмісту ФД в атмосферному повітрі м. Чернівці в осінній період показали, що його концентрація перевищувала ГДК_{м.р.}. Однак кількість перевищень ГДК формальдегіду в зазначений період дещо менший, ніж у літню пору.

Узагальнені показники вмісту формальдегіду, кількості автотранспорту та температурного режиму в цей період року наведені в таблиці 2.

В осінній період вміст ФД в АП на різних рівнях від поверхні землі дещо менший, порівняно з літнім періодом при майже однаковій шільності потоку автотранспорту за одиницю часу.

Перевищення ГДК (табл.2) на висоті 1,5м від поверхні землі спостерігалось на вулицях Гагаріна ($0,068 \text{ мг/м}^3$), Руській ($0,062 \text{ мг/м}^3$) та Л. Кобилиці ($0,039 \text{ мг/м}^3$). На вул. Заводській концентрація

Таблиця 1

Середні значення максимально разових концентрацій формальдегіду, кількості автотранспорту та температурного режиму в досліджуваних точках м. Чернівці в літній період

Місце відбору проб	Кількість автотранспорту (од/год)	Температура повітря, °C	Середні значення максимально разових концентрацій формальдегіду, мг/м ³	ГДК м.р. формальдегіду, мг/м ³
Вул. Заводська	1047,7±9,2	24,5±1,2	0,054±0,015*	0,035
Вул. Гагаріна	1956,0±5,3	23,0±1,4	0,083±0,011* 0,061±0,014**	
Вул. Руська	945,0±7,2	24,0±1,1	0,066±0,017* 0,071±0,011**	
Вул. Л.Кобилиці	330,0±6,8	27,5±1,6	0,048±0,014* 0,085±0,011**	
Проспект Незалежності	1686,6±5,4	25,0±1,2	0,014±0,018* 0,072±0,012** 0,065±0,014***	
с. Заволока, гора Окру	-	23,0±1,1	0,01±0,009**	

Примітка. * – точка відбору на рівні 1,5 м від поверхні; ** – точка відбору на рівні 5 м від поверхні; *** – точка відбору на рівні 20 м від поверхні

Таблиця 2

Середні значення максимально разових концентрацій формальдегіду, кількості автотранспорту та температурного режиму в досліджуваних точках м. Чернівці в осінній період

Місце відбору проб	Кількість автотранспорту (од/год)	Температура повітря, °C	Середні значення максимально разових концентрацій формальдегіду, мг/м ³	ГДК м.р. формальдегіду, мг/м ³
Вул. Заводська	1099,5±5,4	17,5±1,7	0,035±0,012*	0,035
Вул. Гагаріна	1865,5±4,3	16,0±1,5	0,048±0,013* 0,034±0,010** 0,029±0,008***	
Вул. Руська	904,2±6,7	15,3±1,3	0,062±0,014* 0,043±0,016** 0,028±0,012***	
Вул. Л.Кобилиці	560,0±7,4	15,7±1,4	0,039±0,014* 0,003±0,012** 0,08±0,017***	
Проспект Незалежності	1633,3±4,9	13,6±1,6	0,026±0,011* 0,020±0,012** 0,020±0,014***	
с. Заволока, гора Окру	-	13,1±1,5	0,009±0,007*	

Примітка. * – точка відбору на рівні 1,5 м від поверхні; ** – точка відбору на рівні 5 м від поверхні; *** – точка відбору на рівні 20 м від поверхні

Таблиця 3

Кореляційний зв'язок між концентрацією формальдегіду в атмосферному повітрі, метеоумовами та кількістю автотранспорту залежно від пори року

Літо, 2005 р.		R	P
Середня концентрація формальдегіду, мг/м ³ – кількість автотранспорту, од/год		+0,44	<0,05
Середня концентрація формальдегіду, мг/м ³ – температура навколишнього середовища, °C		+0,66	<0,05
Середня концентрація формальдегіду, мг/м ³ – швидкість руху повітря, м/с		-0,61	<0,05
Осінь, 2005 р.		R	P
Середня концентрація формальдегіду, мг/м ³ – кількість автотранспорту, од/год		+0,67	<0,05
Середня концентрація формальдегіду, мг/м ³ – температура навколишнього середовища, °C		+0,19	>0,05
Середня концентрація формальдегіду, мг/м ³ – швидкість руху повітря, м/с		-0,64	<0,05

ція формальдегіду дорівнювала ГДК (0,035мг/м³), а на проспекті Незалежності його вміст менший ГДК (0,026мг/м³).

На висоті 5 м перевищення ГДК формальдегіду відмічалось тільки по вул. Руській (0,043 мг/м³),

а на висоті 20 м – лише на вул. Л. Кобилиці (0,08 мг/м³) /інтенсивність провітрювання на ній найменша/.

Середня температура повітря в осінній період на 6,0-13,9°C нижча, порівняно з літньою. Мо-

жливо більш низька температура повітря, підвищена його вологість в осінній період сприяли зменшенню концентрації ФД як у приземному шарі атмосфери (1,5 м), так і у верхніх шарах (20 м) (табл.2).

ВГ містять суміш речовин однонаправленої дії. Тому наявність концентрації окремого компонента вище ГДК буде свідчити про перевищення кратності показників забруднення іншими компонентами від їх нормативного значення. Зазначене слід враховувати при оцінці впливу ВГ на стан здоров'я населення міста.

За результатами проведеного кореляційного аналізу залежності між концентрацією формальдегіду в АП, кількістю автотранспорту, температурою навколишнього середовища та швидкістю руху повітря в літньо-осінній період встановлено, що зв'язок між концентрацією формальдегіду та кількістю автотранспорту позитивний, статистично вірогідний упродовж літніх та осінніх місяців (табл. 3). Також позитивний і статистично вірогідний кореляційний зв'язок спостерігався між концентрацією ФД і температурою навколишнього середовища в літній і осінній періоди. Негативний статистично вірогідний кореляційний зв'язок встановлено між концентрацією формальдегіду і швидкістю руху повітря (табл. 3).

Таким чином, на підставі проведеного кореляційного аналізу, можна стверджувати, що підвищенню концентрації ФД в АП міста сприяє збільшення кількості автотранспорту, підвищення температури навколишнього середовища та зменшення швидкості руху повітря.

Висновки

1. Причиною збільшення концентрації формальдегіду в атмосферному повітрі можуть бути відпрацьовані гази автомобілів.

2. Найбільші максимально разові концентрації формальдегіду в атмосферному повітрі м. Чернівці спостерігалися в районі вузьких вулиць з нерівним рельєфом та поганою аерацією, найменші – у нових районах з широкими вулицями і достатньою аерацією.

3. Спостерігається тенденція до збільшення максимально разових концентрацій формальдегіду на висоті 5 м, порівняно з концентрацією на висоті 1,5 м від поверхні землі, та її зменшення зі збільшенням висоти (20 м).

4. За результатами кореляційного аналізу встановлено, що підвищенню максимально разових концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі сприяє збільшення кількості автотранспорту, підвищення температури навколишнього середовища та зменшення швидкості руху повітря.

Перспективи подальших досліджень. Розробка рекомендацій щодо зниження вмісту формальдегіду в атмосферному повітрі, як можливо-го забруднювача довкілля в регіоні.

Література

1. Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Оценка вклада выбросов автотранспорта в интегральную характеристику риска загрязнений воздушной среды // Гигиена и сан. - 2002. - № 6. - С. 21-25.
2. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. - К.: Фірма «Малий Друк», 2006. - 558 с.
3. Белицкая Э.Н. Особенности загрязнения атмосферного воздуха промышленного региона // Врач. дело.-1996.-№5-6. - С.74-77.
4. Бримблкунб П. Состав и химия атмосферы.- М.: Мир, 1988, - 351 с.
5. Губернский Ю.Д., Калинина Н.В. Гигиеническая характеристика химических факторов риска в условиях жилой среды // Гигиена и сан.- 2001.-№4.-С.21-24.
6. Гутаревич Ю.Ф. Охрана окружающей среды от загрязнения выбросами двигателей. - К.: Урожай. - 1989. - 223 с.
7. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) // Збірник важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. - К., 1999.- Т. 5, ч 3.- С.229-265.
8. Экологическая безопасность транспортных потоков / Под ред. А.Б. Дьякова. - М.: Транспорт, 1989.- 126с.
9. Кермер М., Хорн К., Мазярка С. и др. Методические указания по организации санитарного контроля за состоянием атмосферного воздуха // Гигиенические аспекты охраны окружающей среды. - М., 1981. - С.20-29.
10. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1990. - 352 с.
11. Методы определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (Приложение № 1 к списку ПДК № 3086-84 от 27.08.84) - 78 с.
12. Скубневская Г.И., Дульцева Г.Г. Загрязнение атмосферы формальдегидом // РАН. Сиб. отд-ние. ГПНТБ, ИХКиГ.- Новосибирск, 1994.- 70 с.
13. Пригода Ю.Г., Обухан К.І., Козлова І.А. та ін. Критерії прийнятного ризику від дії атмосферних забруднень в умовах експлуатації автотранспорту // Актуал. пробл. транспортної медицини. - 2005. - №1.-С.96-101.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ЧЕРНОВЦЫ ФОРМАЛЬДЕГИДОМ
И ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА ИХ КОНЦЕНТРАЦИЮ***Л.И.Власык, И.Ф.Прунчак, М.М.Тураш, Т.И.Кметь*

Резюме. По результатам проведенных исследований установлено, что наиболее максимально разовые концентрации формальдегида в атмосферном воздухе наблюдались в районе узких улиц с неровным рельефом и плохой аэрацией, наименьшие – в новых районах с широкими улицами и достаточной аэрацией. Вероятной причиной увеличения концентрации формальдегида в атмосферном воздухе могут быть отработанные газы автомобилей. По результатам корреляционного анализа установлено, что повышению максимально разовых концентраций формальдегида в атмосферном воздухе способствуют увеличение количества автотранспорта, повышение температуры окружающей среды и уменьшение скорости движения воздуха.

Ключевые слова: формальдегид, атмосферный воздух.

**ATMOSPHERIC AIR POLLUTION OF CHERNIVTSI CITY WITH FORMALDEHYDE
AND FACTORS WHICH AFFECT ITS CONCENTRATION***L.I.Vlasyk, I.F.Prunchak, M.M.Turash, T.I.Kmet'*

Abstract. It was established on the basis of conducted studies that the highest peak single concentrations of formaldehyde were observed in the vicinity of narrow streets with rugged topography and poor aeration, the lowest ones - in the new districts with wide streets and sufficient aeration. A probable reason of increased of atmospheric air formaldehyde concentrations can be tailpipe pollution. It has been discovered on the basis of correlation analysis that an increase of the number of motor vehicles, a rise of environmental temperature and a decrease of the speed of air movement are conducive to maximal single peak concentrations of atmospheric air formaldehyde.

Key words: formaldehyde, atmospheric air.

Research Institute of Medical and Ecological Problems (Chernivtsi)
Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Рецензент – проф. С.С.Дейнека

Buk. Med. Herald. – 2007. – Vol.11, №3.- P.138-142

Надійшла до редакції 25.06.2007 року