

САНІТАРНО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЩО ВИДІЛЯЮТЬСЯ З ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПОВІТРЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Широкое использование изделий из полимерных материалов обуславливает загрязнение воздуха жилых помещений вредными веществами, выделяющимися из этих материалов. По данным хромато-масс-спектроскопических исследований, в воздухе жилых помещений идентифицировано более 300 различных соединений. Однако среди них, независимо от места проведения исследований и условий, всегда определяется сравнительно небольшое число загрязнителей, относящихся к классам алифатических и ароматических углеводов, спиртов, кетонов, эфиров уксусной и метакриловой кислот, а также формальдегида и фенола.

Рассмотрены газохроматографические методы определения этих соединений.

The wide usage of goods from polymeric materials causes contamination of an air of living quarters by harmful substances separated from these materials. According to the data of chromato-mass-spectroscopic researches in an air of living quarters more than 300 different compounds are identified. However, the relatively little number of pollutants, related to classes of aliphatic and aromatic carbohydrates, spirits, ketones, ethers, acetic and methacrylic acids and also formaldehyde and phenol are always identified, irrespectively of a place of realization of researches and conditions. Gas-chromatographic methods of identification of these compounds are viewed.

Характерною ознакою сучасного житла і побуту в Україні є широке використання полімерних матеріалів вітчизняного і зарубіжного виробництва. Ще у минулі роки визначалась висока “насиченість” внутрішнього простору помешкань полімерними матеріалами; зараз обсяг полімерних та синтетичних матеріалів значно збільшився. Це традиційні конструкційні, теплоізоляційні (до 100 кг/м³), оздоблювальні матеріали (до 2 кг/м³) [1]. На споживчий ринок України від вітчизняного виробника і з-за кордону у величезному асортименті надходять вироби побутового призначення: меблі, вікна, двері, лаки, фарби, килими, покриття для підлоги, дезодоранти тощо. Ці вироби є джерелом забруднення повітря житлових приміщень. На жаль, точний склад матеріалів, з яких виготовлена продукція, не завжди відомий. Незважаючи на те, що шкідливі хімічні речовини виділяються з полімерних матеріалів у малих концентраціях, можливий суттєвий негативний вплив цих сполук на

здоров'я людини. Тому, як одне з найактуальніших, ставиться питання про запобігання подальшому забрудненню середовища проживання людини.

У нашій країні постійно проводились і проводяться дослідження повітря житлових приміщень. Налагоджені експертні дослідження виробів з синтетичних матеріалів у модельних умовах. Одним з відправних моментів для визначення міграції того чи іншого компонента в оточуюче середовище є знання точної рецептури використовуваних матеріалів.

Впровадження в практику хромато-мас-спектрометричних досліджень дало можливість визначити у повітрі понад 300 хімічних сполук, багато з яких не мають гігієнічних нормативів [2–3]. Авторами зроблено висновок про те, що в якісному і кількісному складі рівень забруднення повітря житлових приміщень у десятки разів перевищує рівень забруднення атмосферного повітря і із чинника малої інтенсивності переходить у чинник фактичного забруднювача. Цей рівень складається стихійно і залежить від різних факторів, зокрема, від індивідуальних смаків споживача і його матеріальних можливостей. Однак, узагальнені дані натурних досліджень останніх років дозволяють відзначити одну важливу закономірність: незалежно від місця проведення досліджень у повітрі житлових приміщень завжди присутні хімічні сполуки визначених класів [4]: ароматичні вуглеводні (бензол, ксилол, толуол, етилбензол, стирол); альдегіди (в основному формальдегід); кетони (перш за все, ацетон); спирти (н- та ізо-бутиловий, пропіловий, метиловий); ефіри оцтової кислоти (вінілацетат, етилацетат), а також акрилової та метакрилової кислот (метакрилат, метилметакрилат) (таблиця 1).

Таблиця 1. Рівень забруднення повітря житлових приміщень шкідливими речовинами

Назва речовини	Концентрація речовини, мг/м ³							ГДК*, мг/м ³	Клас небезпеки
	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	
Бензол					0,0056–0,009		0,04–0,06	0,1	2
Толуол							0,014–0,25	0,6	3
Етилбензол							0,008–0,0	0,02	3
Ізопропілбензол							0,005–0,04	0,014	4
Ксилоли							0,004–0,47	0,2	3

Закінчення таблиці 1

Назва речовини	Концентрація речовини, мг/м ³								ГДК*, мг/м ³	Клас небезпеки
	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]		
Стирол		0,003– 0,18	5,5	0,1			0,002– 0,005	0,002		2
Бутиловий спирт							0,02– 0,1	0,1		3
Фенол	0,04	0,3					0,001– 0,02	0,003		2
Формальдегід	0,206					0,05– 0,195	0,005– 0,045	0,003		2
Ацетон	0,48						0,008– 0,15	0,35		4
Етилацетат							0,004– 0,06	0,1		4
Бутилацетат							0,007– 0,22	0,1		4
Вінілацетат		0,12– 2,77						0,15		3
Метилакрилат			1,4					0,01		4
Метилметакрилат		0,3– 1,8						0,01		3

* Примітка. Значення середньодобових ГДК наведено для атмосферного повітря.

Наявність у повітрі цих продуктів можна пояснити не тільки міграцією у повітря мікрокількостей речовин з полімерних матеріалів, але й процесами їх деструкції і трансформації в замкнутому обсязі житлового приміщення [4]. Цей комплекс хімічних сполук, що мають 2–4 ступені небезпечності, віднесений до розряду пріоритетних забруднювачів. З перелічених речовин, мабуть, найбільшу небезпеку складають формальдегід, бензол і стирол, зважаючи на віддалені шкідливі наслідки дії цих сполук [9]. Наведені дані свідчать про те, що незалежно від місця проведення досліджень і конкретних особливостей житлових помешкань (так само, як і полімерних матеріалів) санітарно-хімічні дослідження необхідно проводити за єдиною схемою – з обов'язковим визначанням ароматичних вуглеводнів, формальдегіду, фенолу, спиртів, ефірів оцтової та метакрилової кислот.

Міністерствами охорони здоров'я як України, так і колишнього СРСР, затверджені методики визначення токсичних речовин у повітрі, що використовуються у практиці санітарно-гігієнічного контролю. В основу цих мето-

дик покладені різні принципи вимірювань [14–16], однак, ми вважаємо, що на сучасному етапі перевагу слід надавати методу газової хроматографії, як найбільш точному і чутливому [17–23]. При цьому для визначення пріоритетних забруднювачів найбільш доцільно використовувати два різновиди методу, а саме: хроматографічний аналіз похідних досліджуваних сполук (формальдегіду, фенолу) та хроматографічний аналіз рівноважної парової фази (ароматичні вуглеводні, спирти).

Визначення формальдегіду проводиться у вигляді 2,4-динітрофенілгідразону, який утворюється при взаємодії формальдегіду з 2,4-динітрофенілгідразином, а потім екстрагується толуолом з реакційної суміші. Ця методика [24] була модифікована авторським колективом і захищена атестатом Держстандарту СРСР у 1990 році. Межа визначення складає $0,001 \text{ мг/м}^3$ при відборі 2 л повітря [25].

Для визначення фенолу запропоновано достатньо методик [20–21], однак на наш погляд, найбільш ефективною є методика визначення у вигляді трибромфенолу [25–26]. Бромовання фенолу проходить у водному середовищі при кімнатній температурі, а продукт взаємодії – трибромфенол екстрагується гексаном. Нижня межа вимірювання – $0,002 \text{ мг/м}^3$.

Визначення формальдегіду і фенолу у вигляді похідних проводиться на газовому хроматографі, оснащеному детектором електронної рекомбінації, що дозволяє без заміни колонки працювати з двома речовинами [26]. Це зручно, оскільки у багатьох випадках ці сполуки з полімерних матеріалів виділяються одночасно.

Метод парової фази аналізу водних розчинів, які використовувались для відбору проб повітря, застосовується при визначенні ароматичних вуглеводнів (бензолу, толуолу, етилбензолу, м-, т-, о-, п-ксилолу) [27–28], спиртів (метилового, етилового, ізо-пропілового, н-, ізо-бутилового, н-, ізо-амілового) [29].

Дослідження вмісту ароматичних вуглеводнів, у тому числі стиролу спиртів та ефірів, проводяться на газовому хроматографі, оснащеному колонкою з 20 % апісзону L на хромосорбі або інертоні полум'яно-іонізаційним детектором. Проби паро-газової фази відбираються після її термостатування у герметичному об'ємі при 80°C . Межа визначення складає – $0,002 \text{ мг/м}^3$.

Відбір проб повітря проводиться у 80 %-ну оцтову кислоту, з подальшою її нейтралізацією 40 %-ним розчином лугу. Послідовність виходу компонентів на хромаграмі відповідає збільшенню їх молекулярної маси та температури кипіння: бензол, толуол, етилбензол, м-ксилол, о-ксилол.

Таким чином, у сучасній практиці санітарно-хімічного контролю повітря житлових приміщень при аналізі речовин, що виділяють вироби з полімерних матеріалів, у модельних умовах використовуються достатньо чутливі та точні газохроматографічні методи. Разом з тим, залишається актуальним питання створення єдиного алгоритму проведення цих досліджень, а також простих і доступних методик групового аналізу, які б дозволили визначати одночасно шкідливі сполуки різних класів у повітрі. Послідовне проведення

санітарно-хімічного контролю полімерних матеріалів та побутових виробів з них дозволить суттєво знизити ризик погіршення стану здоров'я у населення України, пов'язаний з їх використанням у житлових помешканнях.

1. **Боков А. Н., Неласова Л. И., Тимошенко Е. В., Степаненко Т. Д.** Гигиена мобильных жилищ с применением полимерных материалов. //Новые методы гигиенического контроля за применением полимерных материалов в народном хозяйстве. Тез. докл. III Всесоюзного совещания. Киев. 2–4 дек. – 1981. – С. 64–66.
2. **Малышева А. Г.** Применение хромато-масс-спектрометрии для выявления летучих органических соединений в объектах окружающей среды. //Гигиена и санитария. – 1997. – № 4. – С. 33–37.
3. **Малышева А. Г.** Летучие органические соединения в воздушной среде помещений жилых и общественных зданий. //Гигиена и санитария. – 1999. – № 1. – С. 43–46.
4. **Сова Р. Е.** Полімери – середовище проживання – оцінка ризику. //Материалы конференции “Актуальные проблемы экологии и токсикологии”. Киев. – 1998. 28–29 мая. – ч. II. – С. 242–246.
5. **Пинчук Л. М., Скларская Н. Е., Марина Н. П., Семерник З. И.** Состояние воздушной среды в экспериментальном жилом доме, сооруженном с широким применением пластмасс. //Гигиена применения полимерных материалов и изделий из них. Киев. – 1969. – С. 125–131.
6. **Екимова Н. И., Михайлова А. А., Лифшиц Л. И.** Санитарно-химические исследования в опытном доме из пластмасс. //Гигиена применения полимерных материалов и изделий из них. Киев. – 1969. – С. 131–134.
7. **Михайлова А. А., Екимова Н. И., Лифшиц Л. И.** Исследование помещений, окрашенных водоземulsionными красками. //Гигиена применения полимерных материалов и изделий из них. Киев. – 1969. – С. 135–137.
8. **Синицина Е. Л., Михайлова А. А., Матюхин Н. Я., Рыжик Л. А., Выхерская Т. П., Лифшиц Л. И.** Гигиеническая оценка краски КЧ-26 на основе дивинилстирольного латекса. //Гигиена применения полимерных материалов и изделий из них. Киев. – 1969. – С. 138–143.
9. **Печеникова Е. В., Ваишкова В. В., Можжаев Е. А., Ротова Е. Г.** Бензол как канцерогенный загрязнитель воздуха. //Гигиена и санитария. – 1997. – № 5. – С. 43–46.
10. **Неласова Л. И., Тимошенко Е. В., Воронцова С. И., Батаишев В. В., Дышневич Н. Е.** Актуальные вопросы гигиены в строительстве передвижных зданий в связи с применением в их конструкциях полимерных материалов. //В кн.: Гигиенические применения полимерных материалов. Тез. докладов II Всес. совещания по вопросам сангигиенического контроля за применением пол. мат. в строительстве, для изготовления одежды. Киев. 2–4 дек. 1976. – С. 129–131.
11. **Губернский Ю. Д., Калинина Н. В.** Методические аспекты эколого-гигиенической оценки современных строительных и отделочных материалов. //Гигиена и санитария. – 1996. – № 1. – С. 33–37.
12. **СанПиН № 3086–84** от 27.08.84 г. “Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест”.
13. **Малышева А. Г., Растяйников Е. Г.** Гигиеническая оценка трансформации веществ при озонировании воздушной среды помещений. //Гигиена и санитария. – 1993. – № 6. – С. 52–53.
14. **Герцюк М. Н., Кравченко Т. И., Кривенчук В. Е.** Сучасні тенденції розвитку хіміко-аналітичних досліджень у визначенні речовин, що виділяються з полімерних матеріалів. //Материалы конференции “Актуальные проблемы экологии и токсикологии”. Киев. – 1998. 28–29 мая. – ч. II. – С. 64–70.
15. **Казнина Н. И.** Определение стирола в воздухе с помощью бумажной хроматографии. //Гигиена и санитария. – 1968. – № 5. – С. 65–67.

16. *Цендровская В. А.* Раздельное определение индина, кумарона, стирола, циклопентадиена в воздухе методом тонкослойной хроматографии. //Гигиена и санитария. – 1973. – № 1. – С. 62–85.
17. *Дрегваль Г. Ф., Кузнецова В. Н., Бродская Н. М.* Метод определения свободного формальдегида. //Гигиена и санитария. – 1979. – № 10. – С. 46–47.
18. *Красилов Н. Д., Раступов Л. Н., Нахутин И. Е.* Газохроматографическое определение малых количеств формальдегида. //ЖАХ. – 1975, Т. 3, вып. 2. – С. 393–396.
19. *Чекаль В. Н., Ляшенко В. И., Трухан Г. П., Выхрестюк Т. А., Макаренко Е. М., Малайко Л. И., Голиченков А. М.* О методах определения формальдегида в воздухе. //Гигиена и санитария. – 1989. – № 9. – С. 42–44.
20. *Дмитриев М. Т., Мицухин В. А.* Газохроматографический метод определения фенола в воздухе. //Гигиена и санитария. – 1983. – № 5. – С. 42–44.
21. *Яцкович Ю. Б.* Метод определения фенола в атмосферном воздухе. //Гигиена и санитария. – 1985. – № 9. – С. 53–54.
22. *Методы определения* загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. (Доп. № 2 к списку ПДК СанПиН № 3086–84 от 27.08.1984 г.). //М. – 1987. – МЗ СССР. – С. 31–33.
23. *Дмитриев М. Т., Казнина Н. И., Пинизина И. А.* //Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М. – 1989. – С. 168–169.
24. *Белоклейцева Г. М.* Газохроматографическое определение низших альдегидов и кетон в воде. //Гигиена и санитария. – 1979. – № 8. – С. 49–51.
25. *ДЕП Методики ГСССД МЭ (6–90)–(77–90).* Определение содержания вредных веществ в воздухе методами газожидкостной хроматографии. //М. – 1991. – 50 с.
26. *Бабищева А. Ф., Дрегваль Г. Ф.* Газохроматографическое определение фенола и формальдегида в воде, водных вытяжках и воздухе. //Гигиена и санитария. – 1990. – № 5. – С. 90–91.
27. *Виттенберг А. Г., Цыбульская И. А.* Газохроматографическое определение микропримесей ароматических углеводородов в атмосферном воздухе. //Гигиена и санитария. – 1982. – № 2. – С. 60–63.
28. *Дмитриев М. Т., Казнина Н. И., Пинизина И. А.* //Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М. – 1989. – С. 163–165.
29. *Яблочкин В. Д.* Разработка условий равновесного концентрирования одноатомных алифатических спиртов при анализе атмосферного воздуха. //Гигиена и санитария. – 1978. – № 5. – С. 63–66.

Інститут екології та токсикології
 ім. Л. І. Медведя, м. Київ.
 E-mail: gmm@medved.kiev.ua

Одержано
 15.01.2001