

О.М. Щербина¹, канд. фарм. наук, доцент, А.О. Бедзай², Б.М. Михалічко¹, д-р хім. наук, професор
(¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
²Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького)

МОНІТОРИНГ ПРОДУКТІВ ПРОЛІЗУ ТА ЗГОРЯННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ: ВИЯВЛЕННЯ ФОРМАЛЬДЕГІДУ МЕТОДОМ ГАЗОРІДИННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

Моніторинг можливих шляхів потрапляння в довкілля та шкідлива дія на здоров'я людини токсичних продуктів згоряння полімерних матеріалів засвідчив, що їх утворення відбувається за умов неповного згоряння полімерів або термолізу (піролізу). Ідентифікація продуктів неповного згоряння полімерів здійснюється здебільшого хімічними методами за допомогою якісних реакцій, при цьому використовуються специфічні і високочутливі реакції. Для кількісного визначення застосовують об'ємні, фотоколориметричні і хроматографічні (газова і рідинна хроматографія) методи аналізу. Авторами запропонована методика виявлення фольмальдегіду, який утворюється під час деструкції формальдегідних смол, методом газорідинної хроматографії. Запропоновані методики дають змогу за короткий час отримати інформацію щодо виявлення і визначення більшості продуктів згоряння полімерів в різних об'єктах: воді, повітрі, лікарських формах, харчових продуктах.

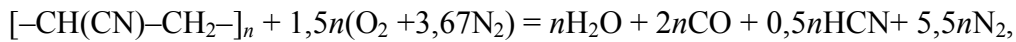
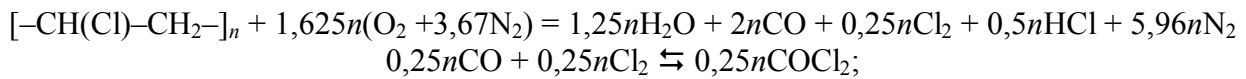
Ключові слова: полімери, горіння, піроліз, токсичні продукти, формальдегід, газорідинна хроматографія

Актуальність проблеми. Полімери та полімерні матеріали [1] широко застосовуються як в побуті (одяг, взуття, посуд, лантухи, дитячі іграшки, медичні матеріали тощо), так і в техніці (ізоляційні оболонки електричних дротів, кабелів, пляшки, корки, хімічний та лабораторний посуд, труби, деталі машин тощо). Нині хімічна промисловість продукує найрізноманітніші за хімічним складом полімерні матеріали: пластомери (поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, тефлони, полістирол), еластомери (поліакрилонітрил, поліаміди, поліізобутилен, бутилкаучук, епоксидні смоли), синтетичні волокна (поліетилентерефталат, поліексаметиленадипамід) тощо.

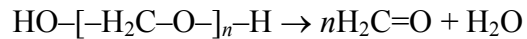
Широке застосування полімерів зумовлене їхніми унікальними фізичними властивостями. Зокрема, полімери в переважній більшості є відносно легкими матеріалами, стійкими до впливу води, кислот, лугів, механічних пошкоджень, не проводять електричного струму (діелектрики), термопластичними. Втім з хімічної точки зору практично всі полімери є горючими речовинами (або ж піддаються термічному розкладу). Існує два способи захисту органічних полімерів від вогню. Перший – це обробка, просочення полімеру мінеральною сіллю. Тут неорганічна сіль проявляє антипіренові дію, перешкоджаючи поширенню полум'я. Другий спосіб полягає в обробці полімеру речовиною, що розкладається під дією вогню з виділенням негорючих газів. Чимало неорганічних солей були випробувані як добавки до полімерів і вони мають загальну назву «ретарданти» або «антипірени». Найбільш ефективними з них є галогенові сполуки – органічні і неорганічні.

Та все ж полімери добре горять і розкладаються при нагріванні. У разі їхнього горіння утворюються різні речовини – в основному токсичні для людини. На пожежі всі горючі речовини, в тому числі і полімери, нагріваються до температур близьких до 1500°C. Тому в цих умовах відбувається часткова деструкція полімерів. При цьому розкладання полімерів не завершується одержанням простих речовин (піроліз полімерів з утворенням простих речовин можливий при температурі вище 3000°C), а зупиняється на стадії утворення суміші складних речовин з простими. Тому склад продуктів розпаду полімерів не завжди є прогнозованим [2].

В продуктах горіння полімерів (в димі) залежно від повноти згоряння та інших деструктивних процесів, можуть міститись найрізноманітніші токсичні речовини (СО, NO₂, HCN, HCl, Cl₂, СОСl₂, мономерні ланки полімерів тощо). Наприклад, при неповному згорянні поліхлорвінілу чи поліакрилонітрилу можуть утворюватися дуже небезпечні речовини:



а за умов термодеструкції формальдегідних смол можлива навіть їх деполімеризація до окремих мономерів:



Отже, на відкритих пожежах де кисню повітря для повного згоряння полімерів є в достатку, утворюються в основному CO_2 , H_2O , HCl , N_2 та деякі інші речовини. В закритих приміщеннях можливе неповне згоряння та частковий піроліз полімерів з утворенням CO , HCN , $(\text{CN})_2$, COCl_2 , NH_3 (вони підтримують горіння і переходять в продукти згоряння, але у формі інших сполук), продукти розкладу (за відсутності кисню і внаслідок деструкції полімеру можуть утворюватись різні фрагменти полімеру) HF , HCN , HCl , H_2 , NO , NO_2 тощо [3].

Токсична дія більшості продуктів згоряння (піролізу) підсилюється залежно від тривалентності дії на організми, від фізико-хімічних параметрів довкілля (зокрема, вологості повітря і температури) [3]. Деякі газоподібні продукти розкладу і горіння полімерів (амоніак, гідрогенхлорид, сульфур(IV) оксид, гідрогенціанід) розчинні у воді, вони активно поглинаються носовою порожниною людини. Нерозчинні ж у воді газоподібні продукти горіння (карбон(II) оксид) легко проникають в легені, де відбувається газообмін з кров'ю. Тверді продукти розкладу і горіння полімерів (смолисті речовини) також проникають в дихальні шляхи, причому водорозчинні частинки потрапляють в кров, а нерозчинні осідають в легенях і бронхах. Токсична дія продуктів горіння і піролізу полімерів негативно позначається на стані здоров'я людини і може призвести до нещасних випадків.

Мета праці – узагальнити відомості про умови перебігу реакцій розкладу і горіння полімерних матеріалів, про хімічний склад і токсичність продуктів згоряння та деполімеризації полімерів, проаналізувати опрацьовані нами методики їх виявлення і кількісного визначення та розробити нову методику виявлення формальдегіду в розчиненому вигляді чутливим, точним, швидким методом газорідинної хроматографії.

Виклад основного матеріалу. Властивості деяких токсичних продуктів горіння та піролізу різних класів полімерів і методики їх виявлення і кількісного визначення, які опрацьовувались нами впродовж багатьох років, подаються нижче.

Хлор (Cl_2), гідроген хлорид (HCl), хлорумісні вуглеводні, фосген (COCl_2), хлоралгідрат ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3\text{O}$) утворюються у разі повного й неповного згоряння, а також термодеструкції хлорумісних полімерів.

Хлор – це отруйний газ зеленкуватого кольору з різким запахом, добре розчинний у воді, кипить при -34°C . Хлор вражає легені людини, концентрації вище 0,1 мг/л небезпечні для життя. Смертельна доза хлору – 0,025% (0,7 мг/л) [3]. При горінні пластмас можуть утворюватись гідрогенові сполуки хлору. Смертельна доза гідроген хлориду – 0,3% (4,5 мг/л) [3]. Для виявлення Cl_2 в повітрі, а також для ідентифікації і кількісного визначення HCl нами були розроблені методики, які описані в роботах [4, 5].

Виявлення хлорумісних вуглеводнів за допомогою якісних реакцій описане в роботі [6], а також їх ідентифікація методом газорідинної хроматографії [7] і методом рідинної хроматографії [8].

Фосген (COCl_2) – безбарвний газ із запахом прілих фруктів або сіна. При нагріванні розкладається на карбон(II) оксид і хлор. Токсичність фосгену проявляється тільки у разі його вдихання. Концентрація фосгену у 5 мг/л є смертельною при дії впродовж 2–3 с [9].

Методика виявлення фосгену описана нами в роботі [6].

Хлоральгідрат $C_2H_3Cl_3O$ – безбарвні кристали з різким запахом, легкокорозивні у воді, спирті, етері і хлороформі. На світлі розкладається з утворенням трихлороцтової кислоти і дихлорацетальдегіду. При контакті з полум'ям утворює токсичні гази. Відноситься до II класу токсичності, викликає зміни в печінці, нирках. В роботі [10] була розроблена методика газохроматографічного визначення хлоральгідрату.

Карбон(IV) оксид (CO_2), карбон(II) оксид (CO) утворюються у разі повного і неповного згоряння будь-якого вуглеводневого полімеру.

Карбон(IV) оксид (CO_2) – безбарвний газ без запаху. Розкладається тільки при температурі вищій $1300^\circ C$. Концентрація більше 9% є смертельною [3]. Ознаки отруєння швидко минають, якщо подихати нормальним атмосферним повітрям.

Карбон(II) оксид або чадний газ (CO) – безбарвний газ без запаху. Кипить при $-190^\circ C$, малорозчинний у воді. Нагромадження карбон(II) оксиду можливе при внутрішніх пожежах в закритих приміщеннях, де горіння полімерів відбувається при нестачі кисню. Він також нагромаджується там, де працюють двигуни внутрішнього згоряння (гаражі, компресорні станції тощо). Отруєння чадним газом буває дуже часто. Трапляються випадки самогубства шляхом отруєння чадним газом. ГДК $0,02 \text{ г/м}^3$. Вплив CO впродовж 5–10 хв. при концентрації 0,5% (за об.) спричиняє смерть [3].

Для ідентифікації та кількісного визначення карбон(II) оксиду нами опрацьований метод газової хроматографії [11].

Нітрогенумісні сполуки – NO, NO_2 , NH_3 , HCN утворюються при повному і неповному згорянні та піролізі нітрогенумісних полімерів. Нітроген(II) оксид (NO) – безбарвний газ, кипить при $-151^\circ C$. У значних кількостях утворюється при спалюванні палива. Особливо несприятливо він діє на кров людини. ГДК – $0,005 \text{ г/м}^3$. Смертельна доза – 0,05% (за об.) [3].

Нітроген(IV) оксид (NO_2) – бурий газ з різким запахом. При температурі вище $150^\circ C$ розкладається на нітроген(II) оксид і кисень. Під дією води і вологи повітря утворює нітратну і нітритну кислоти. Утворюється при горінні нітрогенумісних полімерів, при виконанні вибухових робіт, при виробництві штучних добрив. Подразнює дихальні шляхи, викликає набряк легенів. ГДК в перерахунку на N_2O_5 – $0,005 \text{ г/м}^3$. Смертельна доза – 0,05% (за об.) [3].

Амоніак (NH_3) – безбарвний газ з різким запахом, горючий, добре розчиняється в воді, температура самозаймання становить $650^\circ C$. Утворюється при термодеструкції нітрогенумісних органічних речовин і полімерів, при сухій перегонці кам'яного вугілля тощо. Подразнює дихальні шляхи і слизову оболонку очей. ГДК – $0,02 \text{ г/м}^3$. Смертельна доза при вдиханні протягом 5–10 хв. – 0,5% (за об.) [3].

З усіх забруднювачів, що потрапляють в атмосферу внаслідок антропогенної діяльності, найбільш небезпечними вважаються сполуки нітрогену (NO, NO_2 , NH_3), оскільки окрім токсичної дії на організм людини, вони спричиняють руйнування озонового шару стратосфери.

Для виявлення і визначення NO, NO_2 , NH_3 в повітрі нами опрацьований фізико-хімічний метод аналізу з використанням газоаналізатора «Терміт-5000», а також використані найбільш характерні якісні реакції аналітичної хімії. Виявлення цих оксидів у формі нітратів і нітритів, а також виявлення NH_3 описано в роботі [12].

Ціанідна кислота (синильна) HCN – безбарвна рідина, яка кипить при $26,5^\circ C$. Змішується з водою, спиртом, діетиловим етером у будь-яких співвідношеннях. Легко спалахує. Токсикологічне значення ціанідної кислоти, її солей KCN, NaCN і більшості похідних визначається тим, що це сильні отрути, які разом з тим широко застосовуються в металургії, ювелірній справі, фотографії, фармацевтичній справі, сільському господарстві. Токсикологічне значення має також диціан (CN)₂, який під впливом лугів переходить в ціанід і ціанат аніони CN^- , NCO^- . Ціанідна кислота утворюється при неповному згорянні пластмас, поролону. Смертельна доза – 0,02% (за об.) [3].

Методики виявлення ціанідної кислоти та її солей описані нами в роботі [13].

Сульфурумісні сполуки – H_2S , SO_2 утворюються при повному і неповному згорянні та піролізі сульфурумісних полімерів (наприклад, вулканізований каучук).

Гідроген сульфід (H_2S) безбарвний газ з запахом тухлих яєць, температура займання 246°C . Утворюється при розкладанні і горінні сульфурумісних сполук, гнитті продуктів рослинного і тваринного походження, при переробці нафти тощо. В організм надходить через органи дихання, рідше через шкіру. Дія на організм нейротоксична, гіпотоксична, місцево подразнювальна. ГДК H_2S в повітрі робочої зони 10 мг/м^3 . Смертельна доза $0,08\%$ (за об.) [3].

Для швидкого виявлення гідроген сульфід у повітрі і його кількісного визначення нами розроблена методика, описана в роботі [14].

Сульфур(IV) оксид (SO_2) – безбарвний газ з характерним запахом. Утворюється всюди де відбувається спалювання або горіння полімерів, що містять сірку, а також інші органічні і неорганічні сполуки сірки. Він подразнює дихальні шляхи, а у великих концентраціях травмує легені, викликає сильний кашель. Оксиди сульфуру, а також їх кислоти H_2SO_3 , H_2SO_4 , що утворюються при їх взаємодії з водяною парою, викликають загибель хвойних лісів і плодкових дерев (кислотні дощі) порушують процес фотосинтезу. ГДК сульфур(IV) оксиду в повітрі $0,01 \text{ г/м}^3$ [15]. Смертельна доза $0,3\%$ (за об.) [3].

Методика виявлення сульфур(IV) оксиду в продуктах горіння описана нами в роботі [16].

Токсикологічна характеристика та хімічний аналіз формальдегіду. Формальдегід (мурашиний альдегід, метаналь) $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ – газоподібна речовина, дуже отруйна. Формалін – це 40% розчин формальдегіду у воді, безбарвна прозора рідина з різким задушливим запахом, змішується з водою і спиртом у будь-яких співвідношеннях, здатний до полімеризації. Формалін міститься в чаї, молоці, ним протрують зерно [9]. Він широко застосовується для синтезу пластмас, смол, волокон, в органічному синтезі, для дезінфекції.

На основі формальдегіду отримують уротропін (гексаметилентетрамін), який застосовується при виробництві вибухівки, лаків, пластмас.

Згідно з літературними джерелами, на більшості внутрішніх пожеж, перебіг яких відбувається за нестачі повітря, органічні полімери згоряють неповністю. При цьому утворюються різноманітні токсичні продукти в тому числі й альдегіди. При термодеструкції пластмас, формальдегідних смол, утворюється формальдегід, фенол, бензол, фосген, ацетон, стирол, ціанідні сполуки, карбон [3]. Формальдегід подразнює слизові оболонки і шкіру, викликає сльозотечу, кашель, свербіння, печію.

Нами розроблена методика виявлення формальдегіду, придатна для проведення хіміко-токсикологічних та санітарно-гігієнічних експертиз.

Матеріали та методи. В хіміко-токсикологічному аналізі для виявлення формальдегіду використовуються реакції з хромотроповою кислотою, фуксин сульфідною кислотою, з розчином кодеїну в сульфатній кислоті, з резорцином, з реактивом Фелінга, реакція відновлення іонів Ag^+ (реакція срібного дзеркала). При дії на формальдегід таких відновників, як водень в присутності каталізатора, утворюється метанол [17].

Більшість перелічених реакцій не є специфічними на формальдегід, таку саму реакцію дають кетони, карбонові кислоти. Тому для виявлення формальдегіду ми зосередили увагу на хроматографічних методах, які є дуже чутливими, їх можна використати для аналізу мізерної кількості досліджуваної речовини. Ефективним серед хроматографічних методів є метод газорідної хроматографії.

При опрацюванні методики газохроматографічного дослідження формальдегіду був використаний стандартний розчин формальдегіду у воді 100 мг/дм^3 . В колбу вносили 20 см^3 формальдегіду, накривали кришкою з гумовою прокладкою. Колбу ставили в термостат на 5 хв. при 80°C . Далі відбирали 2 см^3 парогазової суміші і вводили в хроматограф. Записували хроматограму і визначали час утримування.

Умови хроматографування: хроматограф «Цвет-1», детектор помум'яно-іонізаційний, твердий носій сфероформ (лінійний розмір частинок $0,25\text{--}0,5 \text{ мм}$), нерухома фаза 15% трие-

тиленгліколь, колонка 300×0,4 см, температура колонки 80°C, випаровувач 120°C, швидкість проходження азоту 40 мл/хв., водню – 25 мл/хв., повітря – 220 мл/хв.

Досліджуваний на вміст формальдегіду розчин хроматографували за аналогічних умов і визначали час утримування.

При збіжності часу утримування речовини в досліджуваному розчині з часом утримування в модельному розчині, робили висновок стосовно присутності в аналізованій пробі формальдегіду.

Результати дослідження показали, що при запропонованих нами умовах хроматографування абсолютний час утримування формальдегіду становить 52 с. Цей час збігався з часом утримання речовини в досліджуваному розчині.

Опрацьована методика газохроматографічного дослідження формальдегіду дає змогу дуже точно виявляти формальдегід в розчинах під час проведення токсикологічних експертиз.

Для більшої достовірності отриманих результатів проводять також аналітичні реакції, методики яких описані в літературі [9, 17].

Аналітична проба на формальдегід в біологічних рідинах організмів живих істот проводиться так: до 1 мл сечі в пробірці додають 1 краплю 2,5% розчину калій дихромату в 50% сульфатній кислоті і залишають стояти 5 хв. при кімнатній температурі. Потім додають краплю етанолу, 2 мг хромотропової кислоти і по стінках пробірки, не перемішуючи розчину, додають концентровану сульфатну кислоту до утворення помітного прошарку. Утворення на межі двох прошарків фіолетового забарвлення вказує на наявність формальдегіду [18].

Необхідні дії у випадку отруєнь. Найперше слід призупинити дію токсичної речовини і видалити її з організму, тобто провести детоксикацію. Для цього необхідно застосувати методи природної та штучної детоксикації. Природною детоксикацією очищують шлунково-кишковий тракт, прискорюють діурез, регулюють активність ферментів. Штучна детоксикація заснована на розбавлянні, діалізі і сорбції. Це, передовсім розбавляння і заміщення крові з використанням крово- і плазмозамінників. У разі отруєння токсичними газами (на кшталт чадного газу) здійснюється лікувальна гіпервентиляція легенів.

Важливе місце при детоксикації займає антидотна терапія. Вона ефективна лише на початку отруєння. Антидот або протиотрута – це лікарський засіб, що знезаражує отруту шляхом хімічної взаємодії з ним. Антидотна терапія використовується тільки при точно встановленому діагнозі. У разі помилкового введення антидоту, особливо в великих дозах, можлива токсична дія самого антидоту. Антидоти визначені поки що для невеликої групи речовин. Наприклад, активоване вугілля є антидотом, адсорбуючим засобом при отруєнні токсичними газами; уротропін (метенамін) – антидот, що застосовується при отруєнні фосгеном; атропіну сульфат – при отруєнні фосфорорганічними інсектицидами; етанол – при отруєнні метанолом, антифризами. У всіх випадках отруєння необхідна госпіталізація потерпілих.

Висновки. В роботі викладений перелік опрацьованих і використаних нами існуючих методів аналізу виявлення (а для деяких речовин і кількісного визначення) токсичних речовин, які утворюються при піролізі і горінні полімерів. Розроблена методика виявлення формальдегіду методом газорідинної хроматографії. Якісний і кількісний аналіз летких отруйних речовин ми проводили як хімічними, так і сучасними інструментальними методами. З інструментальних методів найбільш широко ми використовували хроматографічні методи (газорідинна та рідинна хроматографія). Хроматографічні методи дуже чутливі, точні (похибка визначення $\pm 1,5\%$), швидкі, зручні для розділення сумішей, що містять близькі за будовою речовини. Опрацьовані нами методики придатні для виявлення досліджуваних речовин в різних об'єктах: воді, повітрі, лікарських формах, харчових продуктах.

Список літератури:

Ластухін Ю.О. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів / Ластухін Ю.О., Воронов С.А. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864 с.

Климась Р.В. Методи дослідження пожеж. Методичний посібник / Климась Р.В., Криса І.Я., Саріогло Р. й інш. – К.:ТОВ «Поліграфіст» «ТАТ», 2010. – 240 с.

Чернов С.М. Ізолуючі апарати. Обслуговування та використання / Чернов С.М., Ковалишин В.В. – Львів: Сполом, 2002. – 194 с.

Щербина О.М. Вплив забруднення антропогенного походження на довкілля та здоров'я людини. Токсичність хлору та методи його виявлення / Щербина О.М., Михалічко Б.М., Бедзай А.О., Щербина І.О. // Матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту». Черкаси. – 2008. – С. 196-198.

Щербина О.М. Аналіз хлорпохідних вуглеводнів / Щербина О.М. // Пожежна безпека. –2004. – № 4. – С. 80-81.

Щербина О.М. Реакції ідентифікації деяких вогнегасних речовин (галогеноуглеводнів) / Щербина О.М., Попович В.В. // Пожежна безпека. – 2003. –№ 3. – С. 66-67.

Щербина О.М. Вивчення умов виявлення вогнегасних речовин (хлорвмісних вуглеводнів) методом газорідинної хроматографії / Щербина О.М., Маланчук А.А. // Пожежна безпека. – 2005. – № 6. – С. 166-167.

Щербина О.Н. Определение огнетушащих галогеноуглеводородов методом жидкостной хроматографии в прямом варианте / Щербина О.Н., Мыхаличко Б.М., Баланюк В.М. // Материали ХХІІ междун. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы пожарной безопасности», Ч.2. Москва. – 2010. – С.103-105.

Швайкова М.Д. Токсикологическая химия / Швайкова М.Д. – М.: Медицина, 1975. – 376 с.

Щербина О.Н. Анализ методов исследования летучих токсических соединений и их определение газохроматографическим методом / Щербина О.Н., Мыхаличко Б.М., Бедзай А.А. // Сб. материалов междун. науч.-практ. конф. «Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации». Ч. 2, Гомель. – 2010. – С.245-247.

Безека Р.Ю. Якісний і кількісний аналіз деяких продуктів горіння (чадного газу) методом газорідинної хроматографії / Безека Р.Ю. // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. курсантів і студентів «Проблеми та перспективи розвитку забезпечення безпеки життєдіяльності», Львів. – 2007. – С.242-244.

Бедзай А.О. Аналітичні методи виявлення токсичних сполук нітрогену антропогенного походження в атмосфері / Бедзай А.О., Щербина О.М., Михалічко Б.М., Щербина І.О. // Вісник ЛДУБЖД. Ч.1. – 2010. –№ 4. – С.89-94.

Щербина О.М. Виявлення токсичних продуктів горіння ціанідної (синильної) кислоти та її солей за допомогою якісних реакцій / Щербина О.М., Баланюк В.М. // Пожежна безпека. – 2005. – № 6. – С.151-153.

Щербина О.М. Гідроген сульфід як джерело забруднення довкілля та методи його виявлення / Щербина О.М., Михалічко Б.М., Щербина І.О., Бедзай А.О. // Актуальні проблеми профілактичної медицини. – 2008. –Вип. 8. – С.92-94.

Шипка Г.О. Хронічна інтоксикація сполуками сірки та шляхи її послаблення / Шипка Г.О. // Актуальні проблеми профілактичної медицини. – 2004. Вип. 6. – С. 68-71.

Авдєєва Х.І. Кругообіг сірки та її сполук в атмосфері, їх токсичність. Якісний аналіз оксидів сульфуру / Авдєєва Х.І. // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. курсантів і студентів «Проблеми та перспективи розвитку забезпечення безпеки життєдіяльності», Львів. – 2008. – С. 7-9.

Крамаренко В.Ф. Химико-токсикологический анализ / В.Ф. Крамаренко –К.: Вища школа, 1982. –272 с.

Болотов В.В. Посібник до практичних занять з токсикологічної хімії / Болотов В.В., Стадниченко Е.І., Бондар В.С. –Харків: Основа, 1997. –169 с.

О.Н. Щербина, А.А. Бедзай, Б.М. Мыхаличко

МОНИТОРИНГ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА И СГОРАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ВЫЯВЛЕНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Мониторинг возможных путей попадания в окружающую среду и вредное действие на здоровье человека токсичных продуктов сгорания полимерных материалов показал, что их образование происходит в условиях неполного сгорания полимеров или термолиза (пиролиза). Идентификация продуктов неполного сгорания полимеров осуществляется обычно химическими методами при помощи качественных реакций, при этом используются специфические и высокочувствительные реакции. Для количественного определения используют объемные, фотоколориметрические и хроматографические (газовая и жидкостная хроматография) методы анализа. Авторами предложена методика выявления формальдегида, образующегося во время деструкции формальдегидных смол, методом газожидкостной хроматографии. Предложенные методики позволяют за короткое время получить информацию, касающуюся выявления и определения большинства продуктов сгорания полимеров в разных объектах: воде, воздухе, лекарственных формах, пищевых продуктах.

Ключевые слова: полимеры, горение, пиролиз, токсичные продукты, формальдегид, газожидкостная хроматография

O. Shcherbyna, A. Bedzai, B. Mykhalichko

MONITORING OF PRODUCTS OF PYROLYSIS AND COMBUSTION OF POLYMERIC MATERIALS: DETECTION OF FORMALDEHYDE BY MEANS OF LIQUID-GAS CHROMATOGRAPHY

Monitoring of possible ways of ingress of polymeric materials toxic combustion products in the environment and their harmful influence on human health has shown that they can form under conditions of incomplete combustion of polymers or thermolysis (pyrolysis). Identification of incomplete combustion products of polymers is usually carried out by chemical methods through qualitative tests, thus the specific and highly sensitive reactions are utilized. For quantitative definition volumetric, photo-colorimetric and chromatographic (gas and fluid chromatography) methods of the analysis are used. The authors offer a technique to detect formaldehyde, generated during destruction of formaldehyde resins by method of liquid-gas chromatography. The offered techniques allow for short time to receive the information concerning detection and definition of the majority of combustion products of polymers in different objects: water, air, medicinal forms, food.

Key words: polymers, combustion, pyrolysis, toxic products, formaldehyde, liquid-gas chromatography



