

METODE ȘI TEHNICI EXPERIMENTALE PENTRU DETERMINAREA EMISIILOR PROVENITE DIN MATERIALELE DE CONSTRUCȚII

Vasilica VASILE
Ing., INCD URBAN-INCERC, Sucursala INCERC București, Laborator Prodeuse Polimerice și Finisaje
vasilica.vasile@incerc2004.ro

Alina CIOACĂ
Ing., INCD URBAN-INCERC, Sucursala INCERC București, Laborator Prodeuse Polimerice și Finisaje
alina.cioaca@incerc2004.ro

Abstract. The determination of the volatile organic compounds (VOCs) from the construction materials, present in indoor environment, is a topic of great interest, because most people spend 90% of the day, at inside, there where the pollution level can be high, pollution sources, varied and long-term exposure, a risk that can seriously affect the health of the occupants, with the advent of changes in genetic structure and weakening the immune system. To minimize such risks are necessary a range of information, starting from requirements and performance levels, used in the design stage, thus facilitating the selection of building materials in terms of emission levels and continuing with the optimal solutions for energy consumption. The methods used for the determination of the levels of these compounds emitted from different building materials can be direct methods and indirect methods of detection. The article aims to present the current state of these methods and experimental techniques, for the knowledge of the domain, then allowing the collection of information on emission levels in the existing built environment and their notification to stakeholders, with the intention to create conditions that underpin a responsible attitude towards the design and implementation of healthy constructions.

Key words: indoor air, pollutant emissions, experimental methods, construction

1. Introducere

Industria construcțiilor s-a dezvoltat ajungând la punctul în care a devenit un mare consumator de energie și materiale. Preocuparea pentru mediul înconjurător și impactul activităților antropice asupra acestuia a devenit o prioritate. În acest context, ne confruntăm cu probleme legate de selectarea materialelor precum și de consecințele pe care le produc acestea asupra mediului interior și exterior, atunci când sunt utilizate.

Calitatea mediului interior, factor determinant în ceea ce privește sănătatea și starea de bine a ocupanților unei clădiri, este determinată de compoziția aerului (cu referire la poluanții chimici, fizici, biologici sau de altă natură) și de confort (cu principalele componente: acustic, termic, vizual).

Cel mai mare grup de poluanți ai aerului sunt reuniți sub denumirea colectivă de compuși organici volatili, aceștia reprezentând una din cele mai mari amenințări privind sănătatea ocupațională. Compușii organici volatili pot fi generați de mai multe surse, cum ar fi: materiale de construcții (structuri, termo, hidroizolații, finisaje, etc.), elemente de mobilier, precum și activități ca: gătit, curățenie, renovare a construcției, etc.

Pentru a determina nivelul compușilor organici volatili emiși de diversele materialele de construcții se pot utiliza atât metode directe de detecție cât și metode

indirecte, ce constau în prelevarea mostrelor de aer și efectuarea ulterioară a testelor calitative și cantitative în laborator. Aceste metode de analiză utilizează echipamente complexe, extrem de sensibile, cu precizie ridicată, care oferă posibilitatea detectării și cuantificării compușilor organici volatili prezenți în aerul interior.

2. Metode și tehnici experimentale de detecție

2.1. Metode directe de analiză

Metodele directe implică prelevarea și analiza la fața locului a aerului interior, cu echipamente portabile, în scopul determinării compușilor organici volatili (Santos și Galceran, 2002), utilizându-se spectroscopia fotoacustică, gaz-cromatografia sau spectroscopia în infraroșu. De asemenea, se mai pot folosi și metode de detecție electronică iar în acest caz vorbim de echipamente ce au în componență un senzor de detecție iar principiul metodei constă în folosirea unui foto-detector cu ionizare (PID), alcătuit dintr-o lampă cu un potențial de ionizare specific măsurat în electroni volți (eV). Atunci când lampa este pornită și moleculele de gaz trec prin lumina emisă de aceasta se produce procesul de ionizare. Ionizarea moleculelor nu are loc dacă potențialul de ionizare al acestora este mai mare decât cel al lămpii. După ce are loc ionizarea, ionii pozitivi și negativi ajung la nivelul unui electrod care produce un semnal direct proporțional cu cantitatea de ioni prezenți. Semnalul este convertit și

afișat pe ecranul unui Poket PC la care este cuplat detectorul, în ppm. Acest foto-detector cu ionizare are și limitări în sensul că acesta ionizează orice moleculă cu un potențial de ionizare mai mic decât cel al lămpii și în consecință detectează numai anumiți compuși organici volatili. Compușii organici volatili cu un potențial de ionizare mai mare de cât cel al lămpii (10,6 eV) nu sunt detectați iar în această categorie intră metanul, etanul și formaldehida.

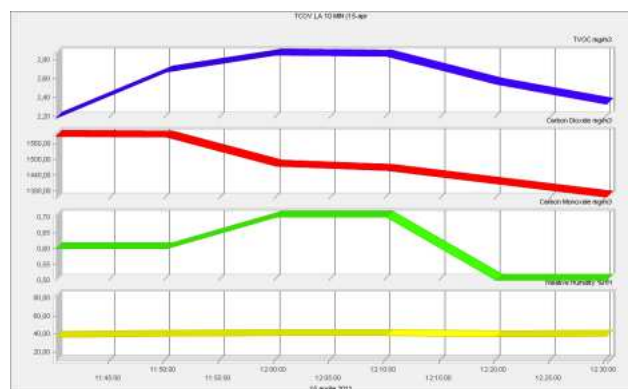


Fig. 1. Reprezentarea foto-detectorului cu ionizare precum și a modalității de prelucrare a rezultatelor

Pentru detectarea formaldehidei prezente în aerul interior se utilizează un alt echipament al cărui principiu de funcționare constă în fotometrie

fotoelectrică, adică în emiterea unui fascicul de lumină ce se reflectă pe suprafața pastilei (probă etalon), ce conține o zonă tratată cu o substanță chimică specială și un agent de iluminare. Suprafața acestei pastile nu trebuie să fie deteriorată sub nici o formă. Atunci când aerul este introdus în aparat și ajunge la nivelul pastilei (probei etalon) suprafața acesteia emite lumină în urma unei reacții chimice ce poate conduce la schimbarea culorii pastilei. Modificarea de culoare este determinată de nivelul de expunere la formaldehidă precum și de timpul de expunere. Nivelul intensității luminii măsurate este corelat cu o curbă de expunere aflată în memoria aparatului iar rezultatul final va fi afișat în ppm.

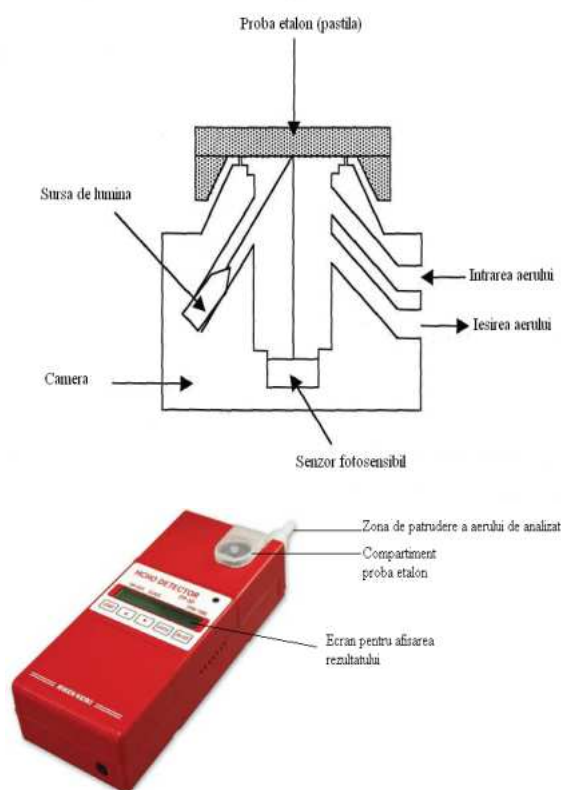


Fig. 2. Principiul metodei de detectare a formaldehidei și echipamentul de detecție

2.2. Metode indirecte de analiză

Aceste metode implică prelevarea aerului interior și analiza ulterioară a acestuia în laborator în vederea stabilirii concentrațiilor de emisii de compuși organici volatili. Prelevarea se poate realiza prin diferite tehnici iar în continuare va fi prezentată prelevarea utilizând substanțe adsorbante. Cei mai populari adsorbânți pentru prelevarea COV-urilor din mediul interior pot fi împărțiți în trei mari categorii, și anume: adsorbânți pe bază pe polimeri poroși (de ex. Tenax și Cromosorb), adsorbânți pe bază de carbon (cărbune activat, carbon grafitizat) și silicageluri. Dintre aceștia cei mai utilizați pentru prelevarea COV-urilor sunt polimerii poroși și adsorbânții pe bază de carbon. La alegerea adsorbantului utilizat pentru o anumită metodă de laborator trebuie avuți în vedere anumiți parametri

ca: hidrofobia, stabilitatea termică și capacitatea de acumulare (Wolkoff, 1995; Camel și Caude, 1995).

Cu cât este reținută mai puțină apă de către materialul adsorbant cu atât apar mai puține interferențe în timpul analizei, altfel spus cu cât este mai stabil materialul cu atât acesta este mai robust în timpul desorbției termice.

Tenaxul TA (poli (2,6-difenil-p-fenilen oxid) prezintă stabilitate termică ridicată și nu reține foarte multă apă. În plus, acesta oferă o eficiență crescută la desorbție pentru o gamă largă de COV-uri. Prin urmare, este cel mai utilizat adsorbant pentru prelevarea de probe multicomponente de COV prezente în aerul interior, în gama C5-C6 până la C18.



Fig. 3. Alcătuirăa unui tub adsorbant precum și tuburi adsorbante și accesorii

În funcție de adsorbantul utilizat, desorbția poate fi termică sau cu solvent atunci când este utilizată o fază mobilă. Pentru adsorbanti pe bază de carbon și cei de tip silicagel se apelează și la metode de preconcentrare, desorbția cu solvent (Son *et al.*, 2003; Fischer *et al.*, 2000; Otson și Fellin, 1994) și desorbția cu microunde (Vu Duc și Huynh, 1991).

Desorbția termică reprezintă cea mai populară metodă de transfer a COV prelevați din aerul interior pe un adsorbant polimeric sau pe bază de carbon într-un instrument analitic. Această metodă presupune trecerea unui flux de gaz purtător

fierbinte (helium sau argon) prin tuburile de prelevare, în direcția opusă față de cea folosită pentru prelevare.

În mod obișnuit, desorbția termică se desfășoară la o temperatură de 250°C (Wua *et al.*, 2003). După desorbție, compușii sunt reconcentrați prin intermediul trapei criogenice și apoi sunt transferați direct prin încălzire în coloana GC. Indiferent de metoda de desorbție folosită (cu solvent sau termică) este esențial să se atingă eficiența în recuperarea COV de interes prelevați cu ajutorul tuburilor adsorbante sau utilizând alte metode de prelevare.

Analizele de laborator ale COV prezente în aerul interior sunt realizate cu ajutorul unui gaz-cromatograf cuplat cu un detector cu ionizare în flacără (FID) sau un spectrometru de masă (MS). Alternativ se poate utiliza și cromatografia de lichide de înaltă performanță (HPLC). Dintre aceste tehnici, sistemele GC/MS oferă cele mai concludente informații calitative și cantitative și rămâne cea mai răspândită tehnică de caracterizare a COV prezente în aerul interior (Massold *et al.*, 2000; Hutter *et al.*, 2002).

Analiza cromatografică implică separarea și totodată analiza componentelor amestecului de aer prelevat. Separarea precede analiza și se realizează prin repetarea de un număr mare de ori, a echilibrului de distribuție între două faze. Una dintre faze este imobilă și poartă denumirea de fază staționară, iar cealaltă fază aflată în mișcare se numește fază mobilă (eluent), aceasta din urmă deplasându-se prin golurile primei faze. Separarea compușilor are loc în coloana cromatografică, piesa cheie a întregii metode în care faza mobilă produce migrarea cu viteze diferite, a celor "n" componente ai amestecului de separat de-a lungul coloanei.

Datorită acestui efect este posibilă detecția componentelor amestecului analizat, pe rând, la pășirea coloanei cromatografice, de către un instrument analitic. În cazul de față se utilizează ca instrument analitic un spectrometru de masă, cu rol de analizor, sensibil la mai mulți dintre componentele ce ies din coloana cromatografică.

Spectrometrul de masă este capabil să dea un semnal proporțional, uneori cu concentrația, alteori cu masa componentului aflat în celula de măsură, semnal ce poate fi înregistrat în funcție de timp, rezultând o cromatogramă pe baza căreia se efectuează interpretarea rezultatelor.

3. Concluzii

Metodele actuale de analiză a COV prezente în aerul interior oferă posibilitatea detectării unor concentrații extrem de mici și totodată pot conduce la identificarea compușilor chimici precum și a amestecurilor

acestora. Dezvoltarea metodelor directe de analiză a condus la posibilitatea achiziționării în timp real a informațiilor privind concentrația COV-urilor în aerul interior. Metodele prezentate stau la baza cercetărilor experimentale ce conduc la stabilirea nivelurilor prag de emisii pentru aerul interior. Concentrațiile poluanților individuali pot să nu prezinte risc asupra sănătății ocupanților dar luând în considerare faptul că în casele în care locuim sau în spațiile în care ne desfășurăm activitatea există mai mult decât o sursă ce contribuie la poluarea aerului interior conduce la apariția efectul cumulativ al acestora care poate genera probleme serioase de sănătate.

BIBLIOGRAFIE

- Camel V., Caude M. (1995), *Trace enrichment methods for the determination of organic pollutants in ambient air*, Journal of Chromatography A 710:3:-19.
- Fischer P. H. (2000), *Traffic-related differences in outdoor and indoor volatile organic compounds in Asterdam*, Atmospheric Environment 34:3713-3722.
- Hutter H. P., Moshhammer H., Walther P., Damberger B., Tappler P., Kundi M. (2002), *Volatile organic compounds and formaldehyde in bedrooms: results of a survey in Vienna, Austria*, Proceedings of the 9th international conference on indoor air quality and climate 239, U.S.A.
- Massold E., Riemann A., Salthammer T., Schwampe W., Uhde E., Wensing M., Kephelopoulos S. (2000), *Determination of response factors for GC/MS of 64 volatile organic compounds for measuring TCOV*, Proceedings of healthy building 2000, vol 4, 91, Helsinki, Finland.
- Otson R., Fellin, P., Tran Q (1994), *VOCs in representative Canadian residences*, Atmospheric Environment 28(22):3563-3569.
- Santos F. J., Galceran, M., T., (2002), *The application of gas chromatography to environmental analysis*, Trends in Analytical Chemistry 21:672-685.
- Son B., Breyse P., Yang W. (2003), *Volatile organic compounds concentrations in residential indoor and outdoor*, Environment International 29:79-85.
- Vu Duc, Huynh T. (1991), *Graphitized Carbon Black in Quartz Tubes for the Sampling of Indoor Air Nicotine and Analysis by Microwave Thermal Desorption-Capillary Gas Chromatography*, Journal of Chromatographic Science 29:179.
- Wolkoff P. (1995), *Volatile organic compounds – sources, measurements, emissions and impact on indoor air quality*, Indoor Air 3:9-73.
- Wua C. H., Ming-Nan L., Chien-Tai F., Kuang-Ling Y., Yu-Shiu L., Jiunn-Guang L., (2003), *Measurement of toxic volatile organic compounds in indoor air of semiconductor foundries using multisorbent adsorption/thermal desorption coupled with gas chromatography-mass spectrometry*, Journal of Chromatography A 996:225-231.

Primit: 18 mai 2011; revizuit 25 mai 2011; acceptat în forma finală: 22 iunie 2011