

# ANALIZA RESPIRAȚIEI PENTRU DIAGNOZA MALADIILOR. APLICATII ÎN BAZA OXIZILOR SEMICONDUCTORI

COZONAC Ana-Maria, std., POSTICA Vasile, drd.

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea dată se cercetează literatura în domeniul analizei respirației umane pentru detectarea maladiilor legate de metabolism. Astfel se prezintă exemple de aplicații în baza senzorilor de gaze și a vaporilor volatili organici în baza oxizilor semiconductori, elaborați în ultimii ani. Domeniul dat a luat o amploare deosebită din cauza dezvoltării rapide a nanotehnologiilor, și anume a senzorilor de gaze miniaturizați în baza semicondutorilor oxizi care au așa avatantje precum sensibilitatea înaltă și costul scăzut de fabricare. Avantajul principal al diagnozei prin analiza respirației îl prezintă natura non-invazivă.

**Cuvinte cheie:** oxizi de metale, diagnoză non-invazivă, senzori de gaze, vapori volatili organici.

## 1. Introducere

Respirația umană conține peste 1000 de compuși volatili organici (VOCs) [1]. Eliminarea de VOCs este rezultatul direct al activității metabolice. Informația despre VOCs eliminați prin respirație pot servi pentru diagnoza non-invazivă a diferitor boli legate de metabolism, precum boli inflamatorii, infecțioase, gastrointestinale, pulmonare, legate de ficat, etc. Astfel prezintă o alternativă pentru diagnoza invazivă precum analiza sîngelui, urinei, biopsia țesuturilor, etc. Din ce cauză respirația? (i) Activitatea metabolică reflectă direct sau indirect o serie de boli inclusiv și unele tipuri de cancer. (ii) Colectarea respirației este rapidă, non-invazivă, fără dureri. (iii) Reflectarea unor boli prin respirație a fost observată încă în Grecia antică și a fost raportată de Hippocrates (460 – 370 BC) [2].

Compuși organici volatili sunt compuși chimici care au o presiune a vaporilor crescută, de unde rezultă volatilitatea ridicată a acestora (etanol, acetonă, benzen, toluen, etc.). Totuși, o problemă majoră la etapa actuală este lipsa de standardizare a rezultatelor, are pot să difere enorm de la o persoană la alta din cauza modului de viață, precum și de gen (masculin sau feminin). Astfel importă foarte mult dacă persoana duce un mod de viață sedentar sau activ, consumă alcool sau droguri, fumează sau nu. De asemenea rezultatele deorece sunt dependente de activitatea metabolismului, influențează enorm și timpul zilei în care s-au luat probele și ce produse alimentare a consumat persoana.

## 2. Analiza respirației

Majoritatea tehnicilor de analiză a respirației sunt bazate pe tehnici de spectroscopie, precum GC-MS (gas chromatography-mass spectrometry), PTR-MS (proton transfer-reaction mass spectrometry), SIFT-MS (selected ion flow tube-mass spectrometry) [1,2]. Aceste analize necesită instalații masive, complexe și scumpe care au o portabilitate redusă, iar prelucrarea datelor este complicată și necesită un specialist. Astfel de metode nu pot fi folosite de niste pacienți simpli. În contextul dat, odată cu apariția nanotehnologiilor a apărut posibilitatea de creștere cost-efectivă a nano- și microstructurilor de oxizi semiconductori care pot fi integrați în senzori portabili [3]. În cazul dat, oxizi de metale au un cost scăzut de producție, o varietate mare de materiale cu o sensibilitate înaltă la o serie largă de VOCs și alte gaze ( $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{WO}_3$ , etc.). Alt avantaj este integrarea simplă cu electronica, deoarece tipul de lucru al senzorilor dați este de tip rezistiv.

Astfel scopul principal rămîne fabricarea senzorilor portabili înalt senzitivi la o serie de VOCs și gaze. De exemplu prezența unei concentrații relativ mai înalte de  $\text{H}_2\text{S}$  în respirație indică la halitosis, prezența de  $\text{NH}_3$  poate indica la insuficiență renală, iar prezența unei concentrații mai înalte de vapori de acetonă indică la un nivel înalt de glucoză în sînge, ceea ce poate fi foarte folositor pentru analizele de glucoză a pacienților bolnavi de diabet zaharat. Concentrația înaltă de acetonă indică asupra procesului de ketosis care reflectă majorarea concentrației de glucoză. Astfel, în baza unui astfel de senzori de detectare a acetonei din respirație se poate elabora un senzor non-invaziv de detectare a nivelului de glucoză în sînge și poate servi ca un senzor de tip nou de generația a IV [4].

### 3. Rezultate și schema instalației

În prezent, echipa sub conducerea Dl. Lupan au elaborat o serie de senzori înalt sensibili la așa vapori precum acetona în baza nanostructurilor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  [5], precum și a vaporilor de  $\text{NH}_3$  în baza tetrapozilor de oxid de zinc funcționalizați cu nanotuburi de carbon (CNT) [6]. De asemenea au fost fabricate și dispozitive în baza unor structuri individuale de nanofire de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  cu diametrul de până la 25 nm, precum și tetrapozilor funcționalizați individuali [5,6]. În cazul tetrapozilor detectarea vaporilor de  $\text{NH}_3$  este posibilă detectarea la temperatura camerei, ceea ce prezintă un avantaj enorm, deoarece nu este necesară integrarea elementelor încălzitoare, și poate în perspectivă diminua costul dispozitivului.

Cercetările care urmează vor explora posibilitățile de integrare a materialelor date în dispozitive portabile pentru analiza acetonei și amoniacului din respirație cu posibilitate de înregistrare și prelucrare a datelor. Schema bloc al instalației de analiză a respirației umane cu ajutorul senzorilor în baza oxidurilor de metale este prezentată în Fig. 1.



Fig. 1. Schema bloc al instalației de analiză a respirației umane cu ajutorul senzorilor în baza oxidurilor de metale.

### 4. Concluzii

Analiza respirației umane prezintă un instrument non-invaziv de detectare a bolilor legate de metabolism precum diabetul, insuficiența renală, etc. Senzorii în baza oxidurilor de metale prezintă o alternativă pentru fabricarea dispozitivelor portabile cu un cost scăzut și o sensibilitate înaltă. Aceste dispozitive vor putea fi folosite în viitor de pacienți pentru a efectua o diagnoză prealabilă. Astfel prin monitorizarea continuă a parametrilor din respirație se vor putea evita o mulțime de agravări a sănătății și detectarea la timp a unor boli.

### Mulțumiri

Cercetările date au fost parțial finanțate de către Guvernul Republicii Moldova prin Proiectul Instituțional 45inst-15.817.02.29A. Cozona Ana-Maria aduce sincere mulțumiri prof. univ., dr. hab. Lupan Oleg pentru discuții fructuoase și îndrumarea în cadrul studiilor la UTM.

### Bibliografie

1. Owlstone medical. *Breath Biopsy. The Complete Guide*. [www.owlstonemedical.com/breath-biopsy](http://www.owlstonemedical.com/breath-biopsy)
2. Miekisch, W., Schubert, J.K., Noeldge-Schomburg, G.F.E. *Diagnostic potential of breath analysis—focus on volatile organic compounds*. Clinica Chimica Acta, 347, 2004, p. 25-39.
3. Kim, S.-J., Choi, S.-J., Jang, J.-S., Cho, H.-J., Kim, I.-D.. *Innovative Nanosensor for Disease Diagnosis*. Accounts of Chemical Research, 50, 2017, p. 1587-1596.
4. do Amaral, C.E.F., Wolf, B. *Current development in non-invasive glucose monitoring*. Medical Engineering & Physics, 30, 2008, p. 541-549.
5. Lupan, O., Postica, V., Wolff, N., V., Polonskyi, O., Duppel, V., Kaidas, V., Lazari, E., Ababii, N., Faupel, F., Kielne, L., Adelung, R. *Localized Synthesis of Iron Oxide Nanowires and Fabrication of High Performance Nanosensors Based on a Single  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  Nanowire*. Small, 13, 2017, p. 1602868.
6. Scutt, F., Postica, V., Adelung, R., Lupan, O. *Single and Networked ZnO-CNT Hybrid Tetrapods for Selective Room-Temperature High-Performance Ammonia Sensors*. ACS Applied Materials and Interfaces, 9, 2017, p. 23107-23118.