

METODA GRAFO-ANALITICĂ DE CALCUL A INSTALAȚIILOR DE ASPIRAȚIE LOCALĂ ACTIVATĂ

¹V. Guțul, dr., ¹C. Țuleanu, dr., ²I. Colda, dr., ¹S. Andrievshi, dr.

¹Universitatea Tehnică a Moldovei, ²Universitatea Tehnică de Construcții din Bucureștii

Dezvoltarea în ultimii ani a industriei a atras după sine introducerea de echipamente și tehnologii noi, care necesită cercetarea minuțioasă a sistemelor de ventilare, menite să asigure condițiile de microclimă cerute. Degajările de gaze și vapori nocivi rezultate din procesele tehnologice, conduc la poluarea aerului din încăperile industriale. Asigurarea calității aerului în halele industriale poate fi asigurată cu ajutorul instalațiilor de ventilare locală.

În lucrarea dată a fost analizat cazul când sursele de degajare a noxelor sunt mobile, au o suprafață plană și cerințele tehnologice nu permit echiparea utilajului de producție cu dispozitive (carcase) de aspirație închise [1]. Pentru localizarea, captarea și evacuarea aerului poluat, a fost elaborată și propusă o instalație de ventilare locală prin aspirație activată [2].

Varietatea sistemelor de aspirație locale, particularitățile tehnologice, tradiția existentă în fiecare țară, au condus la existența în literatura de specialitate a unor metode de calcul foarte diferite pentru astfel de instalații. În plus, aplicarea acestor metode conduce uneori la rezultate diferite.

Metodele de calcul cunoscute [3, 5, 6, 7] nu sunt universale; ele sunt stabilite pentru cazuri concrete și pentru un utilaj particular și în consecință, folosirea lor nu poate fi extrapolată în alte cazuri. Majoritatea metodelor sunt prevăzute pentru cazul folosirii aspirațiilor activate la băi industriale și pentru condiții de suprafețe de degajare imobilă.

În situația de față s-au efectuat cercetări teoretice și experimentale pentru o instalație în care sursa de degajare a noxelor este plană și mobilă. Instalația de ventilare locală prin aspirație activată propusă a fost montată și cercetată în laboratorul de încălzire, ventilare și climatizare a aerului al catedrei „Alimentări cu căldură și gaze, ventilație”, a Universității Tehnice a Moldovei. Schema de principiu al instalației este prezentată în fig. 1.

În instalația propusă se refulază jeturi de aer care activează aspirația nocivităților degajate. Prin interacțiunea jetului refulat și a aspirației din fantă se creează o perdea de aer la suprafața sursei de degajare. Perdeaua de aer creată împiedică ridicarea și difuzia în încăperea a substanțelor nocive acționate de forța ascensională; această perdea antrenează

substanțele, prin curenții de aer secundari, în masa curentului de aer primar și le direcționează în zona de acțiune a dispozitivelor de aspirație. Prin această soluție se mărește eficiența de captare a substanțelor nocive, în comparație cu instalațiile de aspirație obișnuite.

Experimental s-a cercetat cazul pentru o lățime a transportorului mobil (sursa de degajare a noxelor) de 2m și o lungime a sursei de degajare de un 1m. În urma prelucrării datelor experimentale

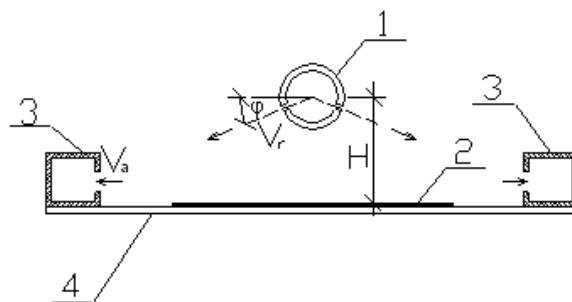


Figura 1. Schema de principiu a instalației de ventilare prin aspirație activată. 1-conducta de refulare uniformă a aerului; 2-sursa de producere a noxelor; 3-conducta de aer de aspirație uniformă, 4- transportor mobil.

[4], a fost obținută ecuația de regresie care descrie în mod adecvat influența parametrilor principali independenți asupra debitului de aer aspirat și asupra eficienței de funcționare a instalației de ventilare locală activată. Ecuația de regresie obținută în coordonate codificate este următoarea:

$$Y = 404,56 + 80,34X_1 - 1,52X_2 - 21,78X_1^2 + 11,81X_2^2 + 15,81X_3^2 + 12,3X_4^2 + 1,9X_1X_4 \quad (1)$$

în care: $X_1 = (\bar{V} - 1,18)/0,24$; $X_2 = (\varphi - 10)/10$; $X_3 = (\bar{C} - 2)/1,5$; $X_4 = (H - 20)/2$ unde,

- $\bar{V} = \frac{V_a}{V_r}$ - parametru care exprimă viteza relativă aerului și caracterizează raportul între viteza medie în gura de aspirație V_a și viteza medie în fanta de refulare V_r ;

- φ [°] – parametru care reprezintă unghiul dintre axa fantei de refulare și suprafața orizontală;
- $\bar{C} = \frac{a}{d}$ - parametru constructiv al dispozitivului de aspirație, care caracterizează raportul dintre distanța de la sursa de degajare până la marginea de jos a gurii de aspirație (a) și înălțimea gurii de aspirație (d);
- H [cm] - parametru constructiv al dispozitivului de refulare, care caracterizează înălțimea amplasării canalului de refulare față de sursa de degajare.

În scopul de a simplifica calculul ingineresc, pe baza ecuației analitice (1) și în conformitate cu regulile de construire a nomogramelor [8] a fost realizată o nomogramă pentru determinarea debitului de aer aspirat, care depinde de factori menționați. Nomograma transpune de fapt ecuația analitică în formă grafică.

Pentru a construi nomograma, polinomul (1) se transformă în următoare formă:

$$\gamma = \alpha + \beta \quad (2)$$

în care: $\gamma = Y - 404,56 \quad (3)$

$$\alpha = 80,34 X_1 - 21,78 X_1^2 + 12,3 X_4^2 + 1,9 X_1 X_4 \quad (4)$$

$$\beta = -1,52 X_2 + 11,81 X_2^2 + 15,81 X_3^2 \quad (5)$$

Calculule efectuate sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Calculule necesare pentru construirea nomogramei.

1	Ecuția inițială	$Y=404,56+80,34X_1-1,52X_2-21,78 X_1^2+11,81X_2^2+15,81X_3^2+12,3X_4^2+1,9X_1X_4$ (1)		
2	Substituirea	α (4)	β (5)	γ (3)
3	Limitele de variație a argumentelor	$X_1=X_4=-1\dots+1$	$X_2=X_3=-1\dots+1$	$Y=338,95\dots506,4$ ($X_1=-1, X_2=X_3=X_4=+1$) ($X_2=-1, X_1= X_3= X_4=+1$)
4	Limitele de variație a funcțiilor	$\alpha =-91,72\dots+72,76$ ($X_1=-1, X_4=+1$) ($X_1=X_4=+1$)	$\beta =-1,52\dots+29,14$ ($X_2= X_3=0$) ($X_2=-1$)	$\gamma =-65,61\dots+101,84$
5	Valorile medii	$\alpha_m=-9,47$	$\beta_m=13,81$	
6	Diferența valorilor limite	$\Delta \alpha =-164,48$	$\Delta \beta =-30,66$	$\Delta \gamma =-167,45$
7	Modulele	Adoptăm $L \alpha =100\text{mm}$ $M=L \alpha /\Delta \alpha =$ $=100/164,48=0,6$	$L \beta =100\text{mm}$ $N=L \beta /\Delta \beta =100/30,66=$ $=3,25$	$S=mn/m+n=0,5065,$ $k=m/m+n=0,1558$
8	Ordonatele punctelor Zero	$Y_0 \alpha =0$	$Y_0 \beta =m \alpha_m-n \beta_m=$ $=-50,5645$	$Y_0 \gamma =k Y_0 \beta =$ $= -7,88$
9	Ecuțiile scărilor	$Y \alpha =Y_0 \alpha +m \alpha =0,$ 6α	$Y \beta =Y_0 \beta +n \beta =$ $-50,5645+3,25 \beta$	$Y \gamma =Y_0 \gamma +s \gamma =$ $=-7,88+0,5065 \gamma$
10	Abscisele scărilor	$X \alpha =0$	$X \beta =D=128,4\text{mm}$	$X \gamma =kD=0,1558 \times 128,4=$ $=20\text{mm}$

Nomograma obținută este prezentată în figura 2.

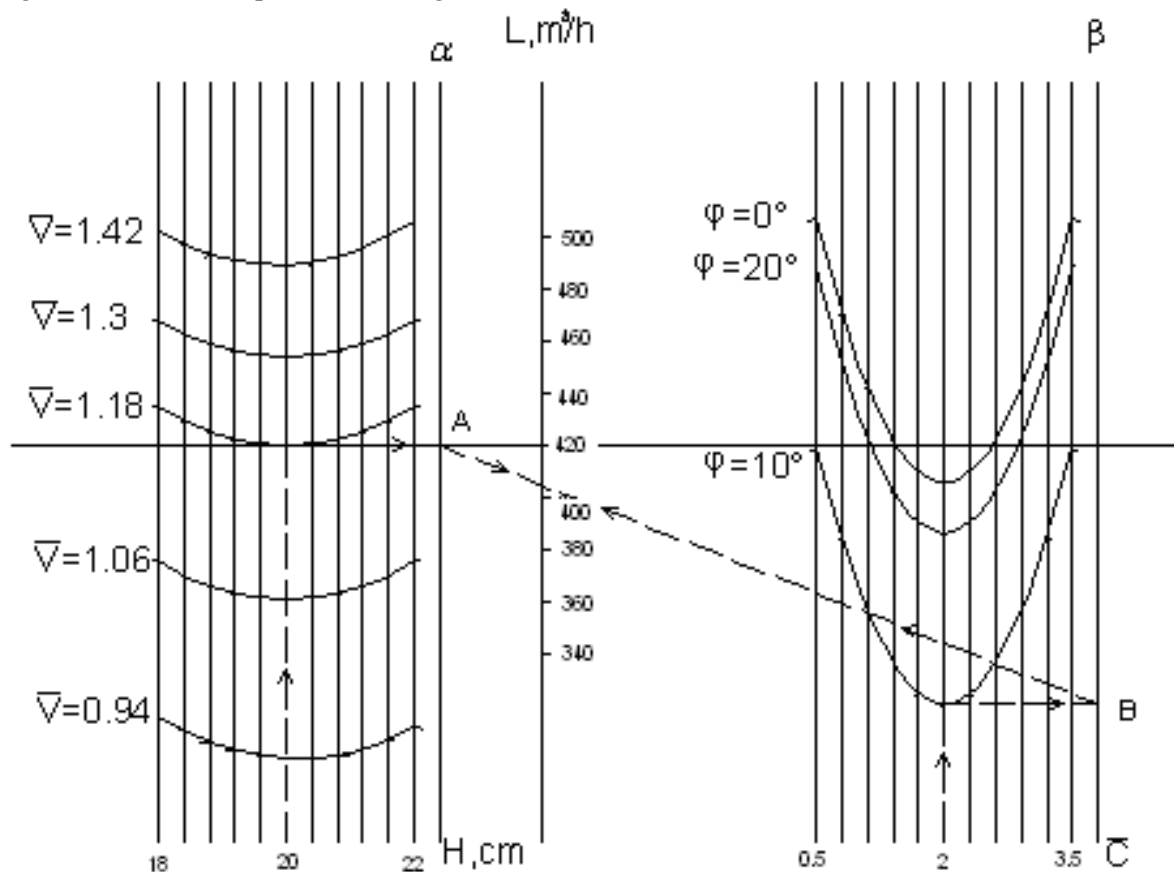


Figura 2. Nomograma pentru determinarea debitului de aer aspirat.

Nomograma construită este „compusă”, deoarece conține patru variabile.

Verificarea nomogramei: Pentru valorile $X_1=0$, $X_2=0$, $X_3=0$, $X_4=0$, conform nomogramei $Y=404$, aceasta corespunde debitul de aer $L=404\text{m}^3/\text{h}$, iar conform ecuației (1) avem :

$$Y=404,56+80,34\cdot 0+1,52\cdot 0-21,78\cdot 0+11,81\cdot 0^2+0+0+0=404,56\text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\text{Eroarea calculată este : } \frac{404,56-404}{404,56} \cdot 100 = 0,138$$

%. Din punct de vedere practic nomograma dă o precizie suficientă.

Pe baza nomogramei realizate, se propune metoda inginerescă grafo-analitică de calcul a instalației de aspirație locală activată.

Problema calculului a unei astfel de instalație constă în determinarea debitului de aer refulat L_r și a debitului de aer aspirat L_a .

Pentru efectuarea calculului sunt necesare unele ipoteze și date inițiale: sursa de degajare este plană, dimensiunile sursei sunt $b \times l$ (b – lățimea sursei, are o valoare constantă egală cu 2 m, l - lungimea sursei, în m); fiindcă distribuitorul de aer se află în centrul sursei de degajare, iar nomograma s-a

construit pentru lățime de $0,5b$ și lungime 1 m, debitul de aer aspirat și debitul refulat ale instalației locale activate (L_{ri} , L_{ai}) se vor calcula: $L_{ri}=2L_r l$; $L_{ai}=2L_a l$; temperatura sursei de degajare coincide cu temperatura aerului interior.

Calculul se efectuează în felul următor:

1. Se adoptă înălțimea de amplasare a canalului de refulare, H , în limitele 18-22 cm.
2. Se adoptă viteza relativă a aerului $\bar{V} = \frac{V_a}{V_r}$, în limitele 0,94-1,42.
3. Folosind partea stângă a nomogramei din fig.2, pe axa absciselor se înscrie valoarea H ; după aceea se duce o dreaptă verticală până la intersecția cu valoarea vitezei relative a aerului \bar{V} . Din punctul obținut se duce o dreaptă orizontală și la intersecția cu ordonata α se obține punctul „A”.
4. Se adoptă valoarea parametrului constructiv al dispozitivului de aspirație \bar{C} , care caracterizează amplasarea fantei de aspirație, în limitele 0,5-3,5, astfel: $\bar{C}=0,5$ - fanta este situată în partea inferioară, $\bar{C}=2$ - în centru

5. , $\bar{C}=3,5$ - în partea superioară a dispozitivului de aspirație.
6. Se adoptă φ - unghiul între axa fantei de refulare și suprafața orizontală, în limitele de la 0 până la 20° .
7. Folosind partea dreaptă a nomogramei din fig.2, pe axa absciselor se înscrie valoarea \bar{C} , după care se duce o dreaptă verticală până la intersecția cu valoarea φ , din care se trasează o dreaptă orizontală. La intersecția acestei drepte cu ordonata β se obține punctul „B”.
8. Se unesc punctele „A” și „B”. La intersecția acestei drepte cu scara L se obține debitul de aer aspirat L_a .
9. Viteza aerului în fanta de aspirație V_a se determină din relația: $L_a = 3600 F_a V_a$.
10. Viteza aerului în fanta de refulare V_r se determină din relația $\bar{V} = \frac{V_a}{V_r}$, Deci debitul de aer refulat va fi: $L_r = 3600 F_r V_r$.
11. Se determină debitul de aer refulat a instalației:
12. $L_{ri} = 2 L_r l$, în m^3/h .
13. Se determină debitul de aer aspirat a instalației:

$$L_{ai} = 2 L_a l, \text{ în } m^3/h.$$

Folosirea metodei ingineresti grafo-analitice de calcul permite:

- orice mărime variabilă, care intră în ecuația de regresie poate fi considerată necunoscută și poate fi determinată când sunt cunoscute celelalte variabile;
- de a reflecta asupra semnificației relative a variabilelor și de a analiza influența fiecărei variabile asupra soluției căutate;
- cu ajutorul nomogramei ecuația analitică poate fi ușor rezolvată ;
- economia în timp, în cazul rezolvării aceleiași ecuații de mai multe ori, dar cu diferite valori ale variabilelor care intră în această ecuație;
- nomograma permite de a verifica toate calculele efectuate prin metoda analitică.

Bibliografie

1. **Ivanov I., Radcenco O.** *Oborudovanie i mehanizacziya cojevennyh zavodov. M., Legkaya industriya, s. 433, 1965.*
2. **Guțul V., Țuleanu C.** *Instalație pentru epurarea aerului emanat de o sursă situată prioritar pe banda transportorului // Brevet de invenție nr. 2740MD. BOPI nr.4, 2005.*
3. **Elterman V.** *Ventilyacziya himiceskkih proizvodstv, M., Himiya, s. 284, 1980.*
4. **Guțul V., Colda I., Enache D., Guțul A.** *Investigation of an activated absorption ventilation system. 3rd Mediterranean Congress of HVAC Engineering. Sustainable conditioning of indoor spaces. Climamed 2006. 20-21 november. Lyon. France, p. 409-415, 2006.*
5. **Posohin V.** *Rasciot mestnyh otsosov ot teplo i gazo vydelyaiushhego oborudovaniya. Moskva, Mashinostroenie, s. 160, 1984.*
6. **Posohin V., Broida V.** *Metodica rasciota activirovannyh otsosov. Vodosnabjenie i sanitarnaya tehnika. Moskva, N5, pag. 12-13, 1979.*
7. **Baturin V.** *Osnovy promyshlenoj ventilyaczii. Moskva, Profizdat, s.448, 1990.*
8. **Brailovskhii A.** *Pravila postroeniya injenernyh nomogram. Uchebnoie posobie. Perm', s. 55, 1966.*