

## STUDIU PRIVIND POSIBILITATEA RĂCIRII CEREALELOR PRIN TRANSPORT PNEUMATIC

Mihaela Gabriela CHIRILĂ, I. TOFAN  
Clemansa TOFAN, C. MORARU

Universitatea Dunărea de Jos Galați

e-mail: chl\_mihaela@yahoo.co.uk

*In the last years, the preservation of cereals has become an object of study in itself. The approach of the subject of conservation has been done until recently especially by processing the physio-biological bases of preservation, the micro flora, the cereal pests and the temperature and humidity as well as the influence of these factors on the cereals submitted to conservation.*

*Lately there have been studied more complex problems regarding the processing methods of the grains when preserved.*

*The idea proposed in this paper aims at the decrease of the period of energy consumption, the increase of the storage time of a product and the making of the cooling -drying process at the same time with the upright transportation.*

**Keywords:** energy consumption, cooling, drying, storage time, upright transportation, grain.

Creșterea demografică pune în fața omenirii trei probleme majore:

- Aprovizionarea suficientă cu alimente;
- Aprovizionarea suficientă cu energie;
- Protejarea mediului înconjurător.

Având în vedere faptul că în plan energetic cerealele reprezintă între 60 – 70 % din alimentația lumii, iar în procente de masă 45 până la 50 % ne dăm seama de importanța acestor produse.

Astăzi, la nivel mondial, dintr-o producție agricolă de 4500 milioane tone se estimează că doar 350 milioane de tone sunt conservate la temperaturi scăzute, în același timp alte 1500 milioane de tone ar necesita același tratament.

Approape toate alimentele se păstrează mai bine la temperaturi scăzute și deși cerealele nu sunt la fel de perisabile ca majoritatea produselor alimentare, totuși temperaturile scăzute de depozitare sunt benefice. La aceste temperaturi este inhibată nu numai dezvoltarea mucegaiurilor, ci și infestarea datorită dăunătorilor. Conform Burges și Burrell răcirea cerealelor la temperaturi de până la 17 °C inhibă suficient de repede ciclul de dezvoltare al insectelor dăunătoare cerealelor, astfel încât acestea nu se mai pot înmulți și nu mai degradează calitatea cerealelor.

Conservarea cerealelor reprezintă ansamblul de măsuri tehnice care se aplică pentru dirijarea proceselor fizice și chimice din masa de boabe, în scopul păstrării în bune condiții a acestora.

Conservarea masei de boabe are ca obiectiv imediat menținerea integrității cantitative și a însușirilor calitative a produselor depozitate.

Depozitarea cerealelor în condiții sigure este condiționată de umiditate. Atunci când umiditatea este ridicată există pericolul degradării (autoaprinderii). Cerealele umede sunt supuse procesului de uscare și apoi depozitării. Atunci când capacitatea stației de uscare nu corespunde cerințelor pentru depozitarea cerealelor până la uscare apare pericolul autoaprinderii. În astfel de situații se recomandă găsirea unor soluții de răcire parțială a acestora.

Una dintre soluții ar fi răcirea cerealelor prin transport pneumatic.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Răcirea cerealelor prin transport pneumatic se realizează într-o instalație (fig. 1) compusă dintr-un agregat de condiționare 1, racord de alimentare aer recirculat 2, cameră de amestec 3, filtru cu casete 4, baterie de răcire 5, ventilator centrifugal 6, motor electric 7, racord alimentare aer proaspăt 8, bandă transportoare 9, conducta transport pneumatic cereale 10, ciclon 11, racord evacuare aer uzat 12, buncăre 13, ventilator 14.

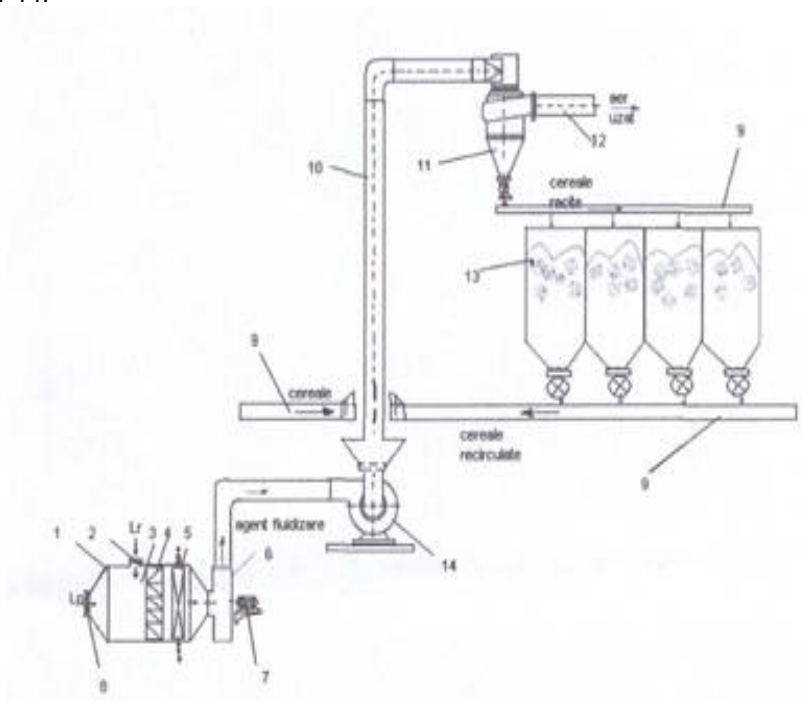


Figura 1. **Schema instalației de răcire prin transport pneumatic propusă**

La acest tip de instalație cerealele sunt luate de curentul de aer rece trimis în instalație de un compresor racordat la instalația de transport pneumatic înaintea punctului de intrare a cerealelor. Cerealele sunt introduse în rețeaua de transport prin intermediul unui alimentator. Cerealele împreună cu aerul ajung în siloz. Aerul se separă de cereale și înainte de a fi eliminat în atmosferă, trece printr-o instalație de purificare (de obicei un filtru cu saci).

Ventilatoarele sunt de obicei un tip de compresor pozitiv cu piston care poate sau nu să aibă control al vitezei pentru a varia ritmul de transport al volumului. Sistemele rotative de blocare a accesului aerului permit cerealelor să fie introduse în curentul de aer într-un ritm controlat în contra presiunii aerului. Alimentatorii cu șurub sunt folosiți în mod frecvent pentru a transfera cerealele.

Separatorii de praf cu ciclon sunt utilizați pentru a recupera cerealele din curentul de agent de la capătul liniei de transport. Filtrele de diferite tipuri și cu metode diferite de recuperare a solidelor sunt folosite pentru a curăța agentul de transport înainte de descărcare.

În unele cazuri nu e de dorit să se folosească aerul într-un singur ciclon ca agent de transport. Printre exemple sunt incluse:

- O posibilă contaminare a fabricii cu substanțe toxice;
- O posibilă explozie în cazul în care nu se folosește un gaz inert;
- Posibile probleme cu cerealele sensibile la umiditate în cazul în care umiditatea nu e controlată.

În aceste cazuri se folosește un sistem cu buclă închisă. Dacă se folosește un ventilator rotativ de deplasare pozitivă atunci cerealele trebuie să fie separate de agent cu separatorul cu ciclon și de filtre cu țesătură în linie dreaptă. Dacă sunt acceptabile sistemele de presiune joasă(0,2 bar la aparatul de măsurat) atunci un ventilator centrifugal poate fi folosit doar în legătură cu un separator de ciclon.

Ventilatorul centrifugal e capabil să lase cantități mici de solide să treacă fără daune, în timp ce un compresor pozitiv nu va lăsa praful să treacă.

Pe porțiunile orizontale turbulența aerului menține cerealele în suspensie, deși pe această porțiune neexistând forță ascensională materialul are tendințe să se depună. Pentru funcționare sigură se recomandă evitarea porțiunilor orizontale sau realizarea lor pe trasee cât mai scurte.

Trebuie să avem grijă atunci când definim vitezele agentului de răcire și ale cerealelor, viteza relativă dintre ele, viteza de salt și numărul Froude de salt.

Termenii sunt adesea folosiți în sens larg în literatura de specialitate și sunt definiții astfel:

- ✓ Criteriul Froude la salt:

$$Fr_{salt} = \frac{U_{salt}}{\sqrt{gD}} \quad (1)$$

- ✓ Viteza superficială a agentului de răcire:

$$U_{fs} = \frac{\text{volumulcurentului de agent de răcire}}{\text{aria în secțiune transversală a conductei}} \quad , \quad U_{fs} = \frac{Q_f}{A} \quad (2)$$

- ✓ Viteza superficială a cerealelor:

$$U_{ps} = \frac{\text{volumulcurentului de cereale}}{\text{aria în secțiune transversală a conductei}} \quad , \quad U_{ps} = \frac{Q_p}{A} \quad (3)$$

unde indicele *s* denota *superficialitatea* și indicele *f* și *p* se referă la *fluid* și respectiv la *particule*.

Fracția ariei transversale a conductei disponibilă pentru trecerea agentului de răcire se crede de obicei că este egală cu fracția volumului ocupat de agentul de răcire, adică pentru golul existent sau fracția de vid  $\varepsilon$ . Fracția ariei conductei disponibile pentru trecerea cerealelor este așadar  $(1 - \varepsilon)$ .

Și astfel, adevărata viteză a agentului de răcire este:

$$U_f = \frac{Q_f}{A\varepsilon} \quad (4)$$

Și adevărata viteză a cerealelor:

$$U_p = \frac{Q_p}{A(1-\varepsilon)} \quad (5)$$

Pentru stabilirea ritmului de transport se ia în considerare o lungime a conductei de transport în care sunt încărcate cerealele cu agentul de răcire, cu masa ritmului de transport  $M_p$  și respectiv  $M_f$ . Ecuațiile de continuitate pentru cereale și agentul de răcire sunt:

✓ Pentru cereale:

$$M_p = AU_p(1-\varepsilon)\rho_p \quad (6)$$

✓ Pentru agentul de răcire:

$$M_f = AU_f\varepsilon\rho_f \quad (7)$$

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Timp de mulți ani în industrie s-au folosit cu succes gazele pentru a transporta o gamă largă de produse solide formate din particule de la făina de grâu la grâu boabe.

Până de curând marea parte a transportului pneumatic se realiza în suspensie atenuată folosind volume mari de aer la viteză mare. Începând cu perioada de mijloc a anilor 1960 s-a acordat un interes crescând așa-numitul mod de transport pneumatic. Acesta este clasificat în mare în două faze: faza atenuată și faza densă. Transportul în faza atenuată în partea sa cea mai ușor de recunoscut este caracterizată de viteze ridicate ale gazelor (mai mari de 20 m/s), concentrații scăzute ale produselor solide și caderi de presiune per unitate de lungime a liniei de transport (în mod tipic mai puțin de 5 mbar/m).

În aceste condiții particulele solide se comportă ca indivizi, suspendate în gaz, și forțele fluid-particulă domină.

La capătul opus al scalei este curgerea cu fază densă, caracterizată de viteze scăzute ale gazelor (1-5 m/s), concentrații ridicate de solide și căderi mari de presiune per unitate de lungime (tipic mai mare de 20 mbar/m).

În transportul cu fază densă particulele nu sunt în totalitate suspendate și există multă interacțiune între particule.

Din păcate, granița dintre faza atenuată și cea densă nu e clar delimitată, și încă nu există definiții universale acceptate ale transportului cu fază atenuată și cu fază densă.

Varianta propusă este recomandată pentru situațiile în care cerealele soside la baza de recepție sau siloz au umiditate mare și nu pot fi uscate imediat (din cauza capacității reduse de uscare).

Depozitarea acestor produse cu umiditate ridicată nu este recomandată pentru că degradarea lor este imediată.

Soluția propusă se recomandă doar pentru produsele cu umiditate mare.

Transportul pneumatic al particulelor solide prezintă o serie de avantaje față de transportoarele mecanice. Printre avantaje se consideră: lipsa elementelor mobile pe parcursul transportului, flexibilitatea instalației, manoperă redusă,

condiții igienice de transport, capacitate de aerare a cerealelor în celule este relativ redusă, draerarea este o altavariantă recomandată, dar mai costisitoare.

Dezavantajul transportului pneumatic este dat de consumul ridicat de energie(circa 20-30 %), deoarece odată cu produsul se transportă o cantitate mare de aer.

## NOTAȚII

- A – aria transversala a conductei, [m<sup>2</sup>]
- D – diametrul conductei, [m]
- g – accelerația gravitațională, [m/s]
- M<sub>f</sub> – ritmul de curgere a masei gayului, [kg/s]
- M<sub>p</sub> – ritmul de curgere a masei solide, [kg/s]
- Q<sub>f</sub> – curgerea volumetrică a agentului, [m<sup>3</sup>/s]
- Q<sub>p</sub> – curgerea volumetrică a cerealelor[m<sup>3</sup>/s]
- U<sub>p</sub> – viteza reală a solidelor, [m/s]
- U<sub>f</sub> – viteza reală a gazului, [m/s]
- ε – vidul de suspensie
- ρ<sub>p</sub> – densitatea particulelor

## CONCLUZII

- Utilizarea transportului pneumatic cu aer rece are următoarele avantaje:
- răcirea-uscarea produsului în timpul transportului;
  - creșterea duratei de depozitare a produsului fără pericolul de degradare;
  - costul ridicat al transpotului pe verticală, după un calcul estimativ, este recuperat prin răcire și uscare parțială;
  - operația de răcire prin transport pneumatic devine avantajoasă atunci când se utilizează aer atmosferic in perioada rece și perioada matinală sau seara.

## BIBLIOGRAFIE

1. BODNER,S., 1982 – Proceedings of Pneumatech I, International Conference on Pneumatic Transport Technology, Powder Advisory Centre, London.
2. LEUNG, L..S., JONES,P.J.,1978 – Proceedings of Pneumotransport 4 Conference, BHRA Fluid Engineering.
3. TOFAN, I, 1973 – Tehnologia și utilajul conservării cerealelor și făinurilor, vol. I, Ed. Tehnică.
4. MILLS, D, 1990 – Pneumatic Transport Design Guide, Butterworth, London.
5. TOFAN, I, 2000 – Tehnica Frigului și Climatizării în Industria Alimentară, Ed. Tehnică.