

CERCETĂRI PRIVIND REALIZAREA PRECURĂȚIRII ȘI PREUSCĂRII SEMIȘTELOR DE CEREALE PRIN FLUIDIZARE CU AER LA TEMPERATURA AMBIANTĂ

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul INGINERIE MECANICĂ
de către

Ing. Radu Ioan Tărcăet

Conducători științifici: prof.univ.dr.ing. Constantin Ștefan
Referenți științifici: prof.univ.onorif. dr.ing. Nicolae Bria
prof. univ.dr. Mircea Bădescu
prof.univ.dr.ing. Mihai Jădăneanț

Ziua susținerii tezei: 26.09.2008

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Ingineria Chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie Civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie Electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2008

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Siguranța păstrării semințelor de cereale pe termen îndelungat, indiferent dacă sunt depozitate pe orizontală sau pe verticală, depinde de umiditatea cu care aceste produse pătrund în spațiile de depozitare. Cea mai mare umiditate a componentelor din amestec se găsește în pleavă și în semințele de buruieni. Reducerea umidității amestecului de semințe până la umiditatea de conservabilitate impune eliminarea acestor componente cu ocazia manipulărilor de înmagazinare. O astfel de operație solicită atât consumuri importante de energie, cât și studii privind perfecționarea actualelor tehnologii de înmagazinare.

Preocupări în acest domeniu există atât peste hotare cât și în țara noastră. Actualele cercetări se înscriu în tentativa de a pune la dispoziția celor ce lucrează în acest domeniu un mijloc eficace pentru eliminarea, încă din perioada manipulărilor pentru înmagazinarea amestecurilor de semințe, a o bună parte din impuritățile și umiditatea conținută. În acest scop, în primul capitol se prezintă o serie de realizări în fază de proiect sau de exploatare, care evidențiază interesul deosebit pentru rezolvarea acestei probleme într-un mod optimizat atât din punct de vedere tehnic cât și economic, la care se adaugă studiile, cercetările și realizările proprii.

Doresc să aduc mulțumiri tuturor celor care într-un fel sau altul m-au, sprijinit și au fost alături de mine în realizarea acestei lucrări.

Exprim întreaga mea recunoștință, pentru înalta competență științifică cu care m-a îndrumat în acești ani, domnului Prof. Dr. Ing. Constantin Ștefan. Sfaturile sale generatoare de optimism și încredere, criticile sale pertinente, materialul bibliografic bogat pus la dispoziție, m-au ajutat în mod hotărâtor la finalizarea acestei teze.

Aduc mulțumiri domnului Ing. Ioan Indre pentru ajutorul deosebit acordat pe parcursul efectuării încercărilor experimentale, precum și domnului Panda Zenovie care m-a ajutat la realizarea camerei de lucru a standului experimental.

Totodată doresc să mulțumesc și cadrelor didactice ale fostei Facultăți de Utilaj pentru Agricultură și Circulație Rutieră, din cadrul Universității "POLITEHNICA" din Timișoara, pentru profesionalismul de care au dat dovadă în formarea mea ca specialist.

De asemenea, aduc mulțumiri domnului Conf. Dr. Ing. Sorin Bungescu pentru aparatele și documentația aferentă puse la dispoziție, pentru realizarea încercărilor experimentale, precum și pentru sfaturile date pentru redactarea tezei.

Nu în ultimul rând, aduc calde mulțumiri familiei mele care, în toți acești ani, m-a ajutat moral și material, făcând posibilă finalizarea acestei teze de doctorat.

Timișoara , septembrie 2008

ing. Radu Ioan Tărcăet

Tărcăet, Radu Ioan

Cercetări privind realizarea precurățirii și preuscării semințelor de cereale prin fluidizare cu aer la temperatura ambiantă

Teze de doctorat ale UPT, Seria 9, Nr.39 , Editura Politehnica, 2008, 172 pagini, 104 figuri, 33 tabele.

ISSN: 1842-4937

ISBN: 978-973-625-717-9

Cuvinte cheie:

Ventilator transversal, semințe, grâu, orz, ovăz, camera de lucru, aerare, precurățire, preuscare, fluidizare.

Rezumat:

În baza studiilor efectuate și a unei ample documentări în legătură cu realizările în domeniu în țara noastră cât și pe plan internațional, a fost concepută și realizată o instalație originală care, prin utilizarea ventilatorului transversal ca generator permite realizarea de instalații cu lățimi de lucru diferite, adaptabile atât pentru magaziiile de mare capacitate cât și pentru cele de capacitate mai mică.

Camera de lucru a instalației este astfel concepută încât să poată efectua după caz fie precurățirea amestecurilor cerealiere proaspăt recoltate, fie eliminarea excesului de umiditate din masa de semințe în perioada de păstrare a acestora.

Cercetările experimentale au pus în evidență faptul că instalația concepută și realizată satisface pe deplin cerințele impuse și poate fi utilizată în orice zonă a țării, putând fi acționată și de la priza de putere a tractorului

Soluția constructivă și procesul de lucru pe care-l efectuează instalația este strict originală, o astfel de instalație fiind realizată pentru prima dată în țara noastră. Instalația prezintă un indice de fiabilitate deosebit de ridicat, iar materialele din care a fost concepută camera de lucru sunt ieftine și ușor de procurat.

PREFAȚĂ

Siguranța păstrării semințelor de cereale pe termen îndelungat, indiferent dacă sunt depozitate pe orizontală sau pe verticală, depinde de umiditatea cu care aceste produse pătrund în spațiile de depozitare. Cea mai mare umiditate a componentelor din amestec se găsește în pleavă și în semințele de buruieni. Reducerea umidității amestecului de semințe până la umiditatea de conservabilitate impune eliminarea acestor componente cu ocazia manipulărilor de înmagazinare. O astfel de operație solicită atât consumuri importante de energie, cât și studii privind perfecționarea actualelor tehnologii de înmagazinare.

Preocupări în acest domeniu există atât peste hotare cât și în țara noastră. Actualele cercetări se înscriu în tentativa de a pune la dispoziția celor ce lucrează în acest domeniu un mijloc eficace pentru eliminarea, încă din perioada manipulărilor pentru înmagazinarea amestecurilor de semințe, a o bună parte din impuritățile și umiditatea conținută. În acest scop, în primul capitol se prezintă o serie de realizări în fază de proiect sau de exploatare, care evidențiază interesul deosebit pentru rezolvarea acestei probleme într-un mod optimizat atât din punct de vedere tehnic cât și economic, la care se adaugă studiile, cercetările și realizările proprii.

Doresc să aduc mulțumiri tuturor celor care într-un fel sau altul m-au, sprijinit și au fost alături de mine în realizarea acestei lucrări.

Exprim întreaga mea recunoștință, pentru înalta competență științifică cu care m-a îndrumat în acești ani, domnului Prof. Dr. Ing. Constantin Ștefan. Sfaturile sale generatoare de optimism și încredere, criticile sale pertinente, materialul bibliografic bogat pus la dispoziție, m-au ajutat în mod hotărâtor la finalizarea acestei teze.

Aduc mulțumiri domnului Ing. Ioan Indre pentru ajutorul deosebit acordat pe parcursul efectuării încercărilor experimentale.

Totodată doresc să mulțumesc și cadrelor didactice ale fostei Facultăți de Utilaj pentru Agricultură și Circulație Rutieră, din cadrul Universității "POLITEHNICA" din Timișoara, pentru profesionalismul de care au dat dovadă în formarea mea ca specialist.

De asemenea, aduc mulțumiri domnului Conf. Dr. Ing. Sorin Bungescu pentru aparatele și documentația aferentă puse la dispoziție, pentru realizarea încercărilor experimentale, precum și pentru sfaturile date pentru redactarea tezei.

Nu în ultimul rând, aduc calde mulțumiri familiei mele care, în toți acești ani, m-a ajutat moral și material, făcând posibilă finalizarea acestei teze de doctorat.

CUPRINS

PREFAȚĂ	2
ABREVIERI.....	7
INTRODUCERE	11
PARTEA ÎNTÂI	
STUDII ASUPRA IMPORTANȚEI ȘI STADIULUI DE REZOLVARE A PROBLEMATICII CERCETATE.	
BAZELE TEORETICE ALE PROCESELOR TEHNOLOGICE CE TREBUIE REALIZATE	13
CAPITOLUL 1. STUDII ASUPRA REALIZĂRILOR EXISTENTE ÎN ȚARĂ ȘI PESTE HOTARE.....	14
1.1. Realizări în domeniu pe plan național.....	14
1.1.1. Preuscarea prin solarizare pe platforme betonate.....	14
1.1.2. Preuscarea prin aerare activă cu canale supraterane în șoproane multifuncționale.....	15
1.1.3. Preuscarea prin harfare în timpul manevrelor de înmagazinare.....	15
1.1.4. Principiul constructiv funcțional ce se propune pentru o instalație de precurățit semințe de cereale având ca generator de câmp aerodinamic ventilator transversal.....	16
1.2. Realizări în domeniu utilizate peste hotare.....	18
1.2.1. Clasificarea separatoarelor folosite la precurățirea amestecurilor de semințe proaspăt recoltate.....	18
1.2.2. Sinteza realizărilor firmelor de specialitate de peste hotare.....	19
1.2.2.1. Dispozitive de separare în instalații fixe.....	19
1.2.2.2. Realizări tehnice mobile ale firmelor de peste hotare.....	21
1.3. Concluzii.....	25
CAPITOLUL 2. STUDII TEORETICE PRIVIND POSIBILITATEA PRECURĂȚIRII SEMINȚELOR DE CEREALE ÎN VEDEREA PĂSTRĂRII, UTILIZÂND CÂMPUL AERODINAMIC.....	26
2.1. Studii asupra structurii amestecurilor de semințe proaspăt recoltate.....	26
2.2. Caracterizarea stării suprafeței și influența ei asupra preciziei de separare.....	28
2.3. Studiul posibilității de fragmentare a amestecului folosind acțiunea câmpului aerodinamic.....	29
2.4. Concluzii.....	33
CAPITOLUL 3. STUDII TEORETICE PRIVIND POSIBILITATEA DE ELIMINARE A EXCESULUI DE UMIDITATE PRIN FLUIDIZAREA SEMINȚELOR DE CEREALE, UTILIZÂND AERUL LA TEMPERATURA AMBIANTĂ.....	34
3.1. Considerații asupra fenomenului de fluidizare aplicat straturilor granulare semincere.....	34
3.2. Sinteza parametrilor ce caracterizează dinamica stratului semincer fluidizat în sistem bifazic gaz solid.....	37
3.2.1. Porozitatea necesară expandării, respectiv fluidizării stratului.....	37

3.2.2. Pierderea de presiune în distribuitorul de fluid.....	38
3.2.3. Pierderea de presiune în stratul de material fluidizat.....	40
3.2.4. Viteza critică de fluidizare.Viteza reală de fluidizare.....	41
CAPITOLUL 4. STUDII ASUPRA POTENȚIALULUI DE EXTRAGERE A UMIDITĂȚII DIN MASA DE SEMINȚE DE CĂTRE AERUL ATMOSFERIC VEHICULAT LA PARAMETRII DE STARE AI MEDIULUI AMBIANT.....	44
4.1. Importanța cunoașterii nivelului de echilibru higroscopic între umiditățile inițiale ale aerului atmosferic și a semințelor.....	44
4.2. Influența raportului dintre conținutul de umiditate și temperatura masei de semințe asupra duratei de păstrare	47
4.3. Contribuții la structurarea unei nomograme de corelare a parametrilor de stare ai aerului și semințelor de cereale.....	48
4.4. Studii pentru stabilirea posibilității de extragere a umidității și a evoluției limitelor cantitative ale acesteia la uscarea semințelor cu aer la temperatura mediului ambiant.....	50
4.4.1. Verificarea posibilității de extragere a umidității din semințe folosind diagrame de corelare a parametrilor de stare dintre semințele de cereale și aerul atmosferic.....	50
4.4.1.1. Folosirea diagramei VNIIZ.....	50
4.4.1.2. Citiri în diagrama i-x.....	52
4.4.2. Studiul bilanțului de materiale în procesul de prelucrare a umidității semințelor.....	53
4.4.3. Studiul procesului de aerare în vederea răcirii semințelor.....	55
4.4.4. Stabilirea parametrilor procesului de reducere a temperaturii semințelor prin aerarea activă.....	57
4.4.5. Concluzii.....	58
PARTEA A DOUA CONTRIBUȚII LA CONCEPEREA, PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNEI INSTALAȚII MOBILE PENTRU PRECURATIREA ȘI PREUSCAREA SEMINTELOR DE CEREALE CU AER LA TEMPERATURA AMBIANTA	59
CAPITOLUL 5. CERINȚE TEHNICO-TEHNOLOGICE ȘI CONSTRUCTIV-FUNCȚIONALE FAȚĂ DE O INSTALAȚIE MOBILĂ PENTRU CONDIȚIONAT SEMINȚE.....	60
5.1. Domeniul de utilizare al instalației.....	60
5.2. Cerințe tehnico-tehnologice pentru instalație.....	60
5.3. Cerințe constructiv-funcționale pentru camera de lucru a instalației.....	63
5.4. Cerințe față de generatorul de câmp aerodinamic.....	64
CAPITOLUL 6. PROIECTAREA COMPONENTELOR DE BAZĂ ALE INSTALAȚIEI.....	65
6.1. Componenta organologică și spectrul curgerii aerului prin ventilatorul transversal.....	65
6.2. Proiectarea generatorului de câmp aerodinamic.....	67
6.2.1. Considerații generale.....	67
6.2.2. Proiectarea ventilatorului transversal prin metoda similitudinii.....	68
6.2.3. Proiectarea ventilatorului transversal cu care este echipat standul experimental prin metoda similitudinii.....	72
6.2.3.1. Proiectarea rotorului ventilatorului transversal.....	72
6.2.3.2. Parametrii carcasei ventilatorului transversal.....	75
6.2.4. Valorificarea nomogramei Siciugov pentru proiectarea ventilatorului din cadrul instalațiilor de mare capacitate.....	76

6.3. Proiectarea camerei de lucru a standului.....	79
6.3.1. Calculul parametrilor procesului de preuscare prin fluidizare a camerei de lucru a standului	79
PARTEA A TREIA	
CERCETĂRI EXPERIMENTALE ȘI STABILIREA REGIMULUI OPTIM DE EXPLOATARE A INSTALAȚIEI	89
CAPITOLUL 7. METODICA EXPERIMENTALĂ	90
7.1. Considerații privind aparatura necesară	90
7.2. Pregătirea pentru lucru și metodica de utilizare a dispozitivelor și aparatelor ...	91
7.2.1. Aparare și dispozitive pentru determinarea vitezei câmpului aerodinamic..	91
7.2.2. Aparare pentru măsurarea parametrilor de stare ai aerului	98
7.2.2.1. Aparare pentru determinarea temperaturii, umidității relative a aerului atmosferic și a presiunii atmosferice	98
7.2.3. Aparare pentru determinarea parametrilor amestecului de semințe supus prelucrării	99
7.2.3.1. Măsurarea temperaturii masei de semințe	99
7.2.3.2. Determinarea umidității amestecului.....	100
7.2.3.3. Determinarea impurităților din masa de semințe.....	101
7.2.4. Aparare pentru măsurarea turației și puterii la arborele ventilatorului transversal	101
7.2.5. Vizualizarea câmpului aerodinamic cu ajutorul dispozitivului de vizualizare cu fire	102
7.2.6. Aparare pentru determinarea greutatei amestecului cerealiar, plevei, impurităților și a timpului de trecere prin instalație	103
7.3. Metodica explorării câmpurilor de viteze ale aerului la gura de refulare a ventilatorului transversal	104
7.3.1. Metodica împărțirii secțiunii de măsură în vederea trasării structurii câmpului aerodinamic refulat de către ventilatorului transversal	104
7.3.1.1. Erori la măsurarea presiunilor și vitezelor.....	105
7.3.1.2. Stabilirea neuniformității câmpurilor aerodinamice	108
7.3.2. Determinarea vitezelor câmpului aerodinamic în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal și reprezentarea grafică a acestora la turația de 1100 rot/min	109
7.3.3. Determinarea vitezelor câmpului aerodinamic deasupra grilei în camera de lucru a standului experimental	111
7.3.4. Trasarea curbelor caracteristice interioare ale ventilatorului transversal	112
7.3.4.1. Calcule și rezultatele măsurătorilor	113
CAPITOLUL 8. REZULTATE EXPERIMENTALE OBTINUTE ȘI PRELUCRAREA ACESTORA ÎN CAZUL ÎN CARE SE URMĂREȘTE PRECURĂȚIREA AMESTECULUI DE SEMINȚE CU AER LA TEMPERATURA AMBIANTĂ	115
8.1. Ordinea cronologică de pregătire și de exploatare a instalației.....	115
8.2. Desfășurarea procesului de lucru privind obținerea rezultatelor experimentale în cazul precurățirii amestecului de semințe. Caracterizarea amestecului de semințe supus prelucrării	115
8.3. Centralizarea și prelucrarea rezultatelor experimentale obținute în cazul în care se urmărește precurățirea amestecului de semințe de grâu.....	117
8.3.1. Analiza rezultatelor experimentale obținute la precurățirea amestecului de semințe de grâu	122

8.4. Centralizarea și prelucrarea rezultatelor experimentale obținute în cazul în care se urmărește precurățirea amestecului de semințe de orz	123
8.4.1. Analiza rezultatelor experimentale obținute la precurățirea amestecului de semințe de orz	128
8.5. Centralizarea și prelucrarea rezultatelor experimentale obținute în cazul în care se urmărește precurățirea amestecului de semințe de ovăz...	129
8.5.1. Analiza rezultatelor experimentale obținute la precurățirea amestecului de semințe de ovăz	133
8.6. Concluzii	135
CAPITOLUL 9. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PENTRU STABILIREA REGIMULUI OPTIM DE FUNCȚIONARE A CAMEREI INSTALAȚIEI ÎN CAZUL EXTRAGERII UMIDITĂȚII DIN SEMINȚE	136
9.1. Cercetări experimentale privind dinamica eliminării umidității din semințele de grâu, orz și ovăz prin aerare în regim fluidizant, la temperatura mediului ambiant	136
9.1.1. Ordinea cronologică de pregătire și de exploatare a instalației	136
9.1.2. Centralizarea citirilor primare pentru cazul când se urmărește eliminarea umidității din semințele de grâu prin aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic la diferite de temperaturi	137
9.1.2.1. Prelucrarea rezultatelor și stabilirea regimului optim de lucru în cazul semințelor de grâu	139
9.1.3. Centralizarea citirilor primare pentru cazul în care se urmărește eliminarea umidității din semințele de orz prin aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic la diferite de temperaturi	140
9.1.3.1. Prelucrarea rezultatelor și stabilirea regimului optim de lucru în cazul semințelor de orz	142
9.1.4. Centralizarea citirilor primare pentru cazul în care se urmărește eliminarea umidității din semințele de ovăz prin aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic la diferite de temperaturi	143
9.1.4.1. Prelucrarea rezultatelor și stabilirea regimului optim de lucru în cazul semințelor de ovăz	144
9.2. Prelucrarea rezultatelor experimentale obținute în cazul în care se urmărește aerarea semințelor la temperatura ambiantă pe timpul nopții	146
9.2.1. Caracterizarea amestecului supus prelucrării și a parametrilor de stare ai aerului	146
9.2.2. Determinarea posibilităților de efectuare a aerării semințelor ...	146
9.2.3. Determinarea pierderilor de umiditate, respectiv a numărului de treceri prin instalație până se ajunge la umiditatea de echilibru..	147
9.2.4. Determinarea variației de reducere a temperaturii semințelor în urma aerării acestora cu ajutorul standului experimental la temperatura ambiantă pe timpul nopții	148
9.3. Concluzii	150
CONCLUZII FINALE	152
CONTRIBUȚII PERSONALE	155
RECOMANDĂRI	156
BIBLIOGRAFIE	157

Abrevieri

Ar	-	criteriul lui Arhimede
A	-	Arie
a	-	lungimea bobului de cereale
a_i	-	coeficient de abatere a câmpului aerodinamic la limita inferioară
a_{lmax}	-	coeficient de abatere în plan longitudinal a câmpului aerodinamic
a_o	-	lățime orificiu grilă
a_s	-	coeficient de abatere a câmpului aerodinamic la limita superioară
a_{tmax}	-	coeficient de abatere în plan transversal a câmpului aerodinamic
B	-	lățime rotor
BC	-	lățimea difuzorului ventilatorului transversal
B_s	-	lățime sită
b	-	lățimea bobului de cereale
C	-	coeficient de rezistență al grilei
C_D	-	coeficient de debit
C_{lq}	-	pasul longitudinal al orificiilor pe grila suport
c	-	grosimea bobului de cereale
c_c	-	coeficient de corecție specific standului de laborator
c_s	-	capacitate termică masică a semințelor
c_{tr}	-	pasul transversal
D	-	interstițiul dintre rotor și secțiunea de început a spiralei
D_v	-	debit volumic
D_1	-	diametru interior al rotorului ventilatorului
D_2	-	diametru exterior al rotorului ventilatorului
d_{ech}	-	diametru echivalent al boabelor de cereale
d_0	-	diametru orificiului sitei
e	-	excentricitatea origini razei de curbură față de axul rotorului
Fr	-	numărul Froude
f	-	fracția de goluri
G_{fa}	-	masa finală a amestecului de semințe
G_{gsf}	-	masa grâului spart din amestecul de semințe după trecerea prin instalație
G_{gsi}	-	masa grâului spart din amestecul de semințe înainte de trecerea prin instalație
G_{ia}	-	masa inițială a amestecului de semințe
G_{if}	-	masa totală a impurităților din amestec după trecerea prin instalație

$G_{imp,i}$	-	gradul de impurificare al amestecului înainte de trecerea prin instalație
$G_{imp,f}$	-	gradul de impurificare al amestecului după trecerea prin instalație
G_{ij}	-	masa totală a impurităților din amestec înainte de trecerea acestuia prin instalație
G_{pi}	-	masa plevei din amestec înainte de trecerea prin instalație
G_{pf}	-	masa plevei din amestec după trecerea prin instalație
G_{ppf}	-	masa de palee și pae lungi ramase în amestec după trecerea amestecului inițial prin instalație
G_{ppi}	-	masa de palee și pae lungi înainte de trecerea prin instalație
G_s	-	masa semințelor
G_{st}	-	masa materialului în strat
$G_{v,l}$	-	debitul fluidului prin orificii
g	-	acelerația gravitațională
g_{df}	-	grosime profil deflector
$g/s\text{-dm}$	-	grame pe secundă ori decimetru
\bar{H}	-	coeficientul presiunii totale
H	-	presiunea totală
H_{st}	-	presiunea statică
\bar{H}_{st}	-	coeficientul presiuni statice
h	-	înălțimea stratului fluidizat
h_0	-	înălțimea stratului fix
h_d	-	denivelarea în micromanometrul cu tub înclinat
k_a	-	coeficient de rezistență
k_f	-	coeficient de fluidizare
k_H	-	coeficient de presiune
k_N	-	coeficient de putere hidraulică
k_Q	-	coeficient de debit
k_Q	-	coeficient de debit
k_w	-	indice de fluidizare
L	-	cantitate de aer
L_d	-	lungime profil deflector
L_g	-	limite granulometrice
L_i	-	criteriul Liașenco
$L_{necesar}$	-	cantitatea de aer necesară
L_1	-	lungimea difuzorului de la centru până la marginea rotorului
L_2	-	lungimea difuzorului de la marginea rotorului la marginea acestuia
l	-	consum specific de aer
l_d	-	lățime profil deflector
m	-	Masa
\bar{N}_h	-	coeficient de putere hydraulic
N_h	-	putere hidraulică
n	-	turație
n_{av}	-	turația arborelui ventilatorului transversal
n_B	-	coeficient de neuniformitate pe lățimea canalului de refulare
n_g	-	coeficient de neuniformitate general al câmpului aerodinamic
n_o	-	număr de orificii pe placă
P_a	-	puterea consumată

12 Abrevieri

P_u	-	puterea utilă
P_{atm}	-	presiunea atmosferică
p_0	-	presiune barometrică
Q	-	debit de material
Q_{inst}	-	debitul instalației
Q_0	-	debit limită de aer
Q_v	-	debit ventilator
q'	-	debit de alimentare
r_c	-	rază de profilare a peretelui inferior al carcusei ventilatorului transversal
r_p	-	rază paletă
r_t	-	raza de curbură a cavității carcusei ventilatorului transversal
S_{gr}	-	aria secțiunii grilei
S_L	-	secțiunea longitudinală a difuzorului ventilatorului transversal
S_I	-	secțiunea transversală a difuzorului ventilatorului transversal
S_{or}	-	lungime orificiu grilă
T_{fs}	-	temperatura finală a semințelor
T_{ia}	-	temperatura inițială a aerului
T_{is}	-	temperatura inițială a semințelor
T_p	-	temperatura produsului
T_s	-	temperatura termometrului uscat
T_u	-	temperatura termometrului umed
t	-	pasul dintre palete
U_a	-	umiditatea absolută
U_{ai}	-	umiditatea inițială a amestecului de semințe
U_{af}	-	umiditatea finală a amestecului
U_e	-	umiditatea de echilibru
U_{ev}	-	umiditatea evaporată
U_i	-	umiditatea inițială
U_p	-	umiditatea produsului
URE	-	umiditatea relativă de echilibru
U_{s1}	-	umiditatea relativă inițială a semințelor
U_{s2}	-	umiditatea relativă finală a semințelor
U_{si}	-	umiditatea inițială a semințelor
u_2	-	viteză tangențială periferică exterioară a paletelor
V	-	volumul ocupat de particule
V_a	-	volumul aerului
V_{fl}	-	volumul stratului fluidizat
v_a	-	viteza câmpului aerodinamic
v_{cr}	-	viteză critică
v_{cs}	-	viteza aerului în camera de sedimentare
v_r	-	viteza relativă a seminței
v_s	-	viteza absolută a seminței
W	-	conținutul de apă
w	-	viteza curentului de aer raportată la întreaga secțiune a grilei
w_{cr}	-	viteza critică a curentului de aer raportată la întreaga secțiune a grilei
w_r	-	viteza reală a curentului de aer în secțiunea liberă dintre particulele stratului
x	-	conținutul de umiditate al aerului

z_p	-	număr de palete ale rotorului ventilatorului transversal
Δl	-	eroare de măsurare a deplasării lichidului în tubul micromanometrului
Δp_{gr}	-	pierderea de presiune pe grila suport
Δp_{st}	-	pierderea de presiune a curentului de aer ce trece prin stratul fluidizat
Δp_t	-	presiunea totală realizată de ventilatorul transversal
Δp_{tsq}	-	perdere totală de presiune în strat și prin grilă
α_a	-	unghi de aspirație
φ	-	unghi de frecare
φ_{ech}	-	umiditatea de echilibru a aerului
φ_{ia}	-	umiditatea inițială a aerului
γ_f	-	greutatea specifică a fluidului
γ_s	-	greutatea specifică a particulelor solide
T_{ta}	-	timpul de trecere al amestecului prin instalație
δ	-	grosime grilă
U_a	-	vâscozitatea cinematică a aerului
μ_a	-	vâscozitatea dinamică a aerului
ξ	-	coeficient de corecție al sondei Pitot-Prandtl
η	-	Randament
η_{st}	-	randament static
ρ_a	-	densitatea aerului
Φ	-	factor de formă
ε	-	porozitatea stratului
λ_{cs}	-	secțiune camera de sedimentare
λ_0	-	indice consum specific de aer

INTRODUCERE

Înmagazinarea semințelor de cereale trebuie făcută numai cu condiția respectării unor cerințe minime care să evite apariția oricărui proces ce tinde să producă deprecierea masei de semințe în timpul păstrării. Dintre parametrii de bază ce trebuie realizați la înmagazinarea semințelor, o importanță fundamentală o reprezintă valoarea umidității semințelor, numită și umiditate de conservabilitate, care, pentru majoritatea categoriilor de semințe, este de 14%, iar cel de-al doilea parametru ține de reducerea până la 3% a gradului de impurificare a masei de semințe.

De cele mai multe ori, șarjele prezentate spre recepție nu respectă aceste valori, motiv pentru care, în funcție de gradul de impurificare și de umectare al acestora, ele sunt supuse operației de reducere a surplusului de umiditate prin descărcarea pe platforme betonate și supuse unor procese de eliminare a unei părți din umiditate, în funcție de posibilitatea și gradul de dotare tehnică a unității respective.

Printre procedeele cele mai des utilizate în acest scop se amintesc:

- solarizarea pe platforme betonate
- aerarea activă, folosind aerul atmosferic, pe platformele unor șoproane multifuncționale pe care se adaptează o rețea de canale supraterane.

Ambele variante utilizate prezintă multiple dezavantaje dintre care, mai jos, se prezintă cele mai importante:

1. Solarizarea – este un procedeu rudimentar care presupune multă forță de muncă și, respectiv, pericolul rehidratării semințelor în urma apariției unor ploii; în cazul platformelor deschise, dar construite necorespunzător pot duce la absorția umidității de către semințe. Mecanizarea operațiilor de mobilizare permanentă a masei de semințe, în lipsa forței manuale de muncă, se face cu ajutorul unor mijloace mecanizate, montate pe tractoare. Deplasarea de-a lungul și de-a latul platformei a acestor agregate, produce spargerea unui procent însemnat de semințe. În aceste condiții se înmagazinează un amestec cu semințe care, prin dimensiunile lor foarte mici ocupă spațiul intergranular și în acest fel reduc capacitatea de circulație a aerului în timpul păstrării semințelor, devenind focare de alterare a masei de semințe. Se impune ca reducerea umidității, prin trecerea aerului încălzit de soare (aer la temperatura ambiantă) prin masa de semințe, să se facă de așa natură încât să se evite marile dezavantaje ale actualei tehnologii de solarizare a semințelor pe platforme betonate.

2. Ventilația activă cu canale supraterane în șoproane multifuncționale, pare a fi mai modernă decât varianta solarizării pe platformă deschisă, însă, depunerea semințelor peste aceste canale și apoi transferarea lor către mijloacele de înmagazinare definitivă presupune tot utilizarea încărcătoarelor frontale montate pe tractoare. Deci, nici în cazul acestei tehnologii, dezavantajul spargerii masive a semințelor nu este înlăturat. Pe de altă parte, amplasarea rețelei de canale supraterane, cât și stabilirea unor trasee de circulație a mijloacelor de vehiculare a semințelor, complică foarte mult circuitele de depunere și scoatere a semințelor, iar rezultatul final este acela că, pe lângă spargerea masivă a semințelor, se înregistrează un consum exagerat de combustibil.

Considerăm că, prin cele prezentate mai sus se justifică pe deplin necesitatea demarării unor cercetări care să elimine dezavantajele întâlnite până acum în acest proces, și care, să ducă la modernizarea acestor tehnologii.

Unul din obiectivele de modernizare vizează realizarea unei instalații care să efectueze precurățirea amestecului proaspăt recoltat de pleavă și impuritățile ușoare, care sunt mult mai umede decât semințele de cereale.

În acest fel se crează condiții ca semințele să poată fi înmagazinate direct în celule sau magazii, iar pentru păstrarea lor îndelungată să fie suficiente procesele de aerare periodică. Capacitatea de lucru a instalației trebuie să fie corelată cu capacitatea de transport a benzilor transportoare din cadrul releelor transportoare. În acest mod se realizează efectuarea lucrului în flux continuu pe traseele releelor de transportoare, care asigură mecanizarea transportului de la grămada de descărcare a semințelor din mijloacele de transport către coșul buncărelor transportoarelor celulelor de înmagazinare sau a magaziiilor de mare capacitate de înmagazinare.

Pentru magazinele micilor fermieri, acest serviciu poate fi asigurat prin utilizarea unei camere de curățire care să folosească câmpul aerodinamic pentru eliminarea impurităților ușoare și umede, înainte de introducerea recoltei în magazie.

Camera de curățire poate fi purtată pe barele ridicătorului hidraulic al tractorului iar generatorul de câmp aerodinamic este acționat de la priza de putere a acestuia. În aceste condiții, camera poate fi concepută astfel încât să poată fi utilizată și pentru eliminarea cuiburilor de încălzire ce pot apărea în intervalul de păstrare a semințelor. Eliminarea excesului de umiditate prin supunerea porțiilor din masa de semințe la un proces de aerare dinamică, în cadrul căreia semințele sunt antrenate cu ajutorul aerului atmosferic, aducându-le în fazele în care porozitatea stratului se încadrează în limitele procesului de fluidizare, modificându-se de la valoarea $\varepsilon = 0,3$ până la valoarea $0,75-0,8$. După eliminarea umidității în exces, valoarea coeficientului $\varepsilon \approx 1$, iar semințele intră în faza de transport pneumatic și camera se autodesarcă. Proiectarea, realizarea și experimentarea unei astfel de camere care să poată efectua atât precurățirea prealabilă înmagazinării, cât și eliminarea excesului de umiditate și căldură în cazul apariției cuiburilor de încălzire în timpul păstrării semințelor în magazinele de mică capacitate, a constituit obiectivul cercetărilor teoretice și experimentale cu ocazia întocmirii acestei teze de doctorat.

PARTEA ÎNTÂI

**STUDII ASUPRA IMPORTANȚEI ȘI STADIULUI
DE REZOLVARE A PROBLEMATICII
CERCETATE.
BAZELE TEORETICE ALE PROCESELOR
TEHNOLOGICE CE TREBUIE REALIZATE**

Capitolul 1

1. STUDII ASUPRA REALIZĂRILOR EXISTENTE ÎN ȚARĂ ȘI PESTE HOTARE

1.1. REALIZĂRI ÎN DOMENIU PE PLAN NAȚIONAL

La bazele de recepționare, magaziiile și silozurile din sectorul pentru valorificarea cerealelor, se folosesc o diversitate de utilaje pentru precurățirea, preuscarea, curățirea și sortarea produselor cerealiere.

În cele ce urmează se prezintă metodele actuale privind preuscarea și precurățirea amestecurilor de semințe ce urmează a se depozita în magazii sau celulele silozurilor.

1.1.1. Preuscarea prin solarizare pe platforme betonate

Solarizarea este o metodă simplă și economică de preuscare naturală, nu necesită instalații speciale și se poate aplica cu ușurință în perioadele călduroase ale anului. Această metodă constă în depozitarea cerealelor pe platformele betonate din incinta bazelor de recepție, având o grosime a stratului cuprinsă între 20-50 cm, direct sub cerul liber. Acestea sunt expuse razelor solare din timpul zilei urmând a se face lopătarea masei de semințe de câteva ori pe zi pentru ca întreaga masă de semințe să vină în contact cu razele solare și să se elimine astfel o cantitate cât mai mare de umiditate din masa de semințe.

Pentru organizarea solarizării în bune condiții se vor destina din timp platformele betonate corespunzător, neînundabile, expuse razelor solare o perioadă mai îndelungată, neumbrite de construcții sau alte obstacole posibile. Aceste platforme se întrețin și se pregătesc în mod deosebit, acordându-se atenție deosebită la îndepărtarea prafului, pământului, nisipului și în special particulelor care uneori nu pot fi separate din masa de cereale cu care s-a amestecat.

Pentru protejarea în caz de ploaie a produselor expuse pe platformele de solarizare, se pregătesc din timp prelate, folii de polietilenă, etc.

Pe platformele de solarizare folosite în special pentru preuscarea produselor se expun în special loturi cu un conținut de umiditate de peste 17%.

În timpul solarizării, din cauza termoconductibilității reduse a masei de semințe, energia termică a razelor solare nu pătrunde până în profunzimea stratului de semințe. Din această cauză este necesar ca la interval de 1-2 ore (în funcție de grosimea stratului) să se facă amestecarea și nivelarea stratului iar pentru mărirea suprafeței de evaporare a apei din semințe, lotul trebuie brăzdat cu rigole.

Rezultatele experimentale în condiții de producție, au evidențiat că în urma depozitării cerealelor în straturi cu grosimea de 20-50 cm cu una sau două lopătări pe zi, în condiții de atmosferă uscată (media zilnică a umidității relative este mai mică decât 75% și temperaturi mai mari de 20⁰ C) s-a realizat o scădere a umidității

produsului de 0,5-1%. În cazul în care grosimea stratului de semințe a fost de 10-20 cm, temperatura aerului cuprinsă între 25-35°C și umiditatea relativă a aerului mai mică de 65% și lopătarea masei de semințe s-a efectuat la intervale de două ore s-a obținut o reducere a umidității produsului cu cca. 2-3% pe zi.

1.1.2. Preuscarea prin aerare activă cu canale supraterane în șoproane multifuncționale

Metoda aceasta este mai modernă decât varianta solarizării pe platforme deschise, pentru că se evită reumezirea semințelor în cazul aparițiilor unor ploi instantanee, însă depunerea semințelor peste aceste canale și apoi transferarea lor către mijloacele de înmagazinare definitivă, presupune tot utilizarea încărcătoarelor frontale montate pe tractoare. În aceste condiții, posibilitățile deteriorării masei de semințe prin spargerea acestora de către roțile tractoarelor sunt comparabile cu cele înregistrate pe platformele de solarizare.

Conductele de aerare se montează pe suprafața pardoselei șopronului sub forma unei rețele care să asigure distribuția cât mai uniformă a aerului în masa de semințe. Conductele sunt confecționate din tronsoane, confecționate din lemn, tablă perforată, schelet metalic acoperit cu țesătură din sârmă împletită, etc. Tronsoanele au în secțiune diferite forme: triunghiulară, semicirculară, în formă de U, etc. Ele pot fi de secțiune variabilă sau constantă iar dispunerea pe suprafața șopronului se realizează astfel încât admisia aerului să se facă pe o singură parte a magaziei. În figura 1.1.2.1 se prezintă o instalație de aerare cu conducte cilindrice cu admisia aerului pe o singură parte a magaziei.

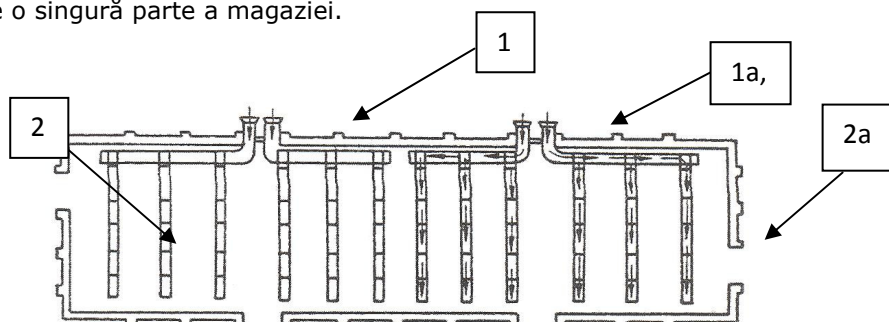


Fig.1.1.2.1 Instalație de aerare cu conducte cilindrice cu admisia aerului pe o singură parte a magaziei.

1(1a)-Admisie aer, 2(2a)-Canale de aerare[12]

1.1.3. Preuscarea prin harfare în timpul manevrelor de înmagazinare

Tehnologia prelucrării produselor cu o astfel de instalație este prezentată în figura 1.1.3.1.

Harfele propriu-zise pot fi din împletitură din sarmă sau din tablă perforată, iar mărimea ochiurilor este în funcție de produs și calitatea recoltei din anul respectiv. Deci, în principiu, operația de harfare constă în înlocuirea planurilor înclinate din cadrul liniei tehnologice cu ciururi fixe, ale căror orificii de scurgere a impurităților se aleg după natura amestecului.

Eficiența economică este bună, dar adaptarea fiecărui flux tehnologic în funcție de natura amestecului nu este deloc comodă. Prin curățirea multiplă la o singură manipulare a produselor, înainte de introducerea în magazii, se realizează o reducere considerabilă a corpurilor străine și în primul rând a celor care generează instabilitate în păstrare (componente minerale, semințe de buruieni, sparturi etc.) adică a celor care determină apariția cuiburilor calde, a proceselor de tasare, a infestării etc.

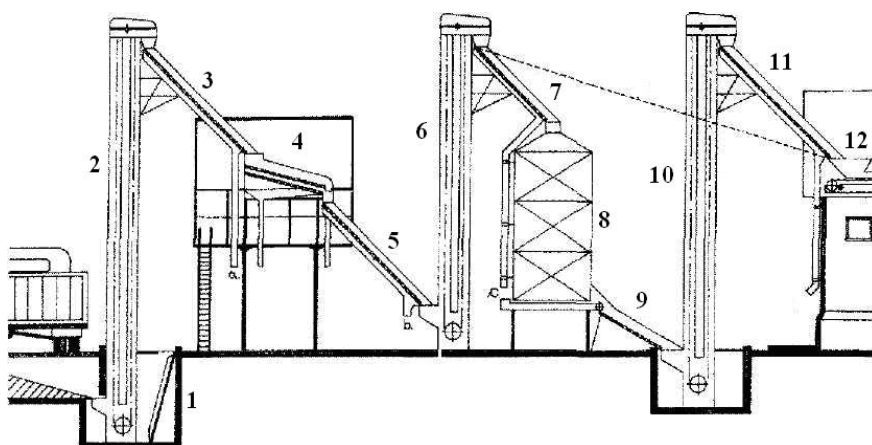


Figura 1.1.3.1. - Flux tehnologic de precurățire a semințelor pe traseul de înmagazinare[11]: 1- buncăr; 2 - elevator; 3 - harfă; 4 - tarar; 5 - harfă; 6 - elevator; 7 - harfă; 8 - uscător; 9 - harfă; 10 - elevator; 11 - harfă; 12 - bandă

În funcție de numărul de harfe montate pe fluxul tehnologic al instalației de mecanizare, împreună cu instalația de tarare, se poate asigura curățirea produselor cu un conținut ridicat de corpi străine de 12-15%, la sub 3%, sau la o limită care nu poate influența negativ calitatea produselor pe timpul păstrării [3].

1.1.4. Principiul constructiv funcțional ce se propune pentru o instalație de precurățit semințe de cereale având ca generator de câmp aerodinamic ventilator transversal

În cele ce urmează, se prezintă succint conceperea unei instalații, a cărei capacitate de precurățire, corelată cu debitul de transport al releelor ce echipează liniile tehnologice din silozurile moderne, va permite lansarea pe benzile transportoare ce conduc aceste amestecuri de semințe proaspăt recoltate către celulele sau magazinele de depozitare, a unui amestec semincer mult mai curat și lipsit de componentele cele mai umede (pleava și semințele mici de buruieni).

Întrucât eliminarea acestor impurități umede se poate realiza, cel mai comod, utilizând câmpul aerodinamic, o astfel de instalație trebuie să fie echipată cu un ventilator de mare lățime de lucru, capabil să asigure un câmp aerodinamic uniform și plan pe o lățime mare de lucru.

Ventilatorul care satisface în totalitate aceste cerințe este ventilatorul transversal, iar modul cum se propune a fi integrat în instalație se prezintă în schema de principiu din figura 1.1.3.1.

Amestecul de semințe din coșul de alimentare este dirijat spre grila 2 care este fixă în interiorul camerei, unde intră sub acțiunea câmpului aerodinamic refulat

de către ventilatorul transversal 3. Grație diferenței de viteză de plutire între pleavă și semințe, la viteza aleasă a câmpului aerodinamic, pleava intră în faza de transport pneumatic și este împinsă spre camera de sedimentare 12.

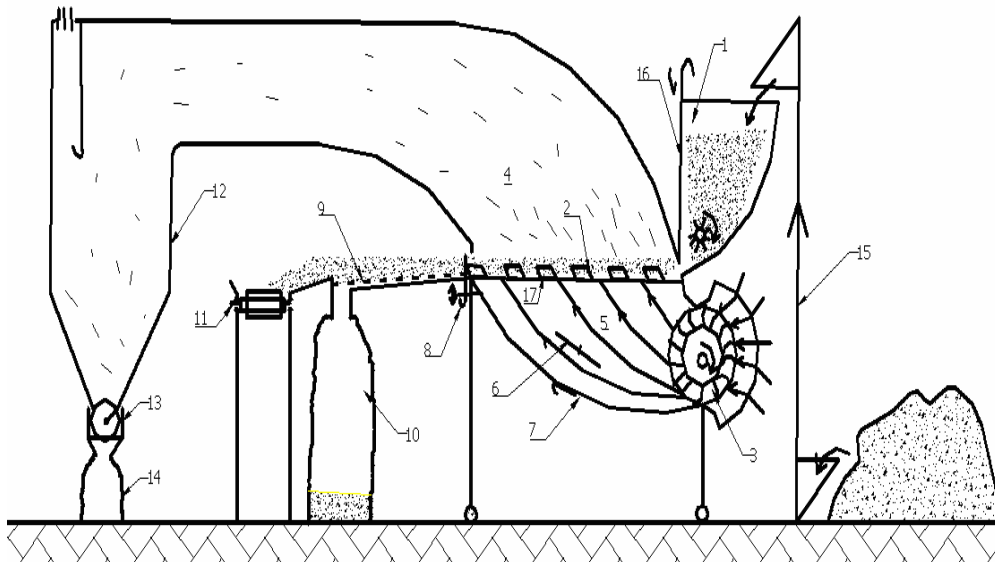


Fig. 1.1.4.1 - Schema componentei organologice și a desfășurării procesului în instalația de curățare a semințelor cu ventilator transversal
 1-coș de alimentare; 2-grilă suport; 3-ventilator transversal; 4-cameră de lucru; 5-cameră de refulare; 6-profil deflector; 7-capac evacuare impurități; 8-șuber pentru menținerea semințelor pe sită; 9-harfă; 10-saci de colectare impurități mici; 11-bandă transportoare; 12-cameră de sedimentare; 13-transportor elicoidal; 14-sac pentru colectat impurități ușoare; 15-elevator; 16 șubăr; 17-jaluzele

Pentru menținerea unui timp mai mare a semințelor pe grilă, la capătul de evacuare al grilei este pus un șuber 8. O înălțime mai mare este necesară pentru un amestec cerealier mai umed (preuscare) și o înălțime mai mică când se urmărește curățarea. Semințele curățate de pleavă și impurități ușoare sunt evacuate din instalație și ajung pe harfa 9. În această zonă are loc separarea impurităților mai mici decât cultura de bază și sunt colectate în saci 10. În continuare, semințele culturii de bază ajung pe o bandă transportoare 11 care le transportă spre magazia de depozitare.

Sub grila suport sunt montate jaluzele 17 care pot fi reglate independent pe două secțiuni din lungimea grilei; acestea, împreună cu profilul deflector 6, ajută la dirijarea curentului de aer, după necesitate.

Camera de lucru 4 trebuie astfel concepută încât să permită adaptări și reglaje care să favorizeze separarea celor două faze:

- pleava să fie evacuată pe direcția de evacuare a agentului de antrenare și să ajungă în camera de sedimentare 12 de unde este preluată de către un transportor elicoidal 13 în flux continuu și depozitată în saci 14;

- semințele preuscate să fie deplasate pe grilă spre zona de evacuare din instalație.

Lățimea mare de lucru a grilei nu permite implementarea ciclonului de separare, motiv pentru care, trebuie să se realizeze o cameră de sedimentare a cărei lățime să fie egală cu lățimea de lucru a instalației. Prezența camerei de sedimentare favorizează procesul de eliminare continuă a plevei, prin plasarea în partea inferioară a acesteia a transportorului elicoidal 13.

Prin eliminarea impurităților mari și ușoare, ca și o parte din impuritățile mici, are loc eliminarea unui consistent procent de umiditate, deoarece aceste componente ale amestecului sunt cele mai umede.

În acest fel, prin supunerea amestecurilor cerealiere proaspăt recoltate la o astfel de prelucrare, pe transportoarele releelor ce conduc amestecul de semințe spre mijlocul de înmagazinare, se transferă de cele mai multe ori produse ce pot fi înmagazinate direct, sau care mai pot suporta un anumit interval de timp până a fi supuse operației de uscare artificială, fără să apară pericolul deprecierei acestora.

1.2. REALIZĂRI ÎN DOMENIU, UTILIZATE PESTE HOTARE

Firmele europene de specialitate în acest domeniu, au conceput o serie de utilaje care prin natura dotării și a procesului tehnologic realizat, să satisfacă în cât mai bune condiții cerințele impuse de procesul de precurățire a amestecurilor de semințe manipulate cu ocazia înmagazinării.

În principal, variantele mai noi utilizate în acest scop de firmele prestatoare de servicii în acest domeniu, sunt soluții constructive mobile. Pe cele mai importante le prezentăm în continuare, alături de variantele ce aparțin instalațiilor fixe din turnurile tehnologice ale marilor silozuri.

1.2.1. Clasificarea separatoarelor folosite la precurățirea amestecurilor de semințe proaspăt recoltate

Marele interes pentru rezolvarea acestei probleme, a condus la realizarea unui număr impresionant de variante de utilaje.

Cercetătorul S.S.Gampilov de la Institutul Vladimir Ilici Morozov, a sintetizat, la sfârșitul anului 1999, principiile după care se construiesc aceste tipuri de separatoare, conform celor prezentate în schema din figura 1.2.1.1.

După cum se constată din figura 1.2.1.1 s-a dezvoltat o rețea foarte diversificată de separatoare cu o astfel de destinație. Principiile ce stau la baza funcționării variantelor mobile, vizează simplificarea construcției și creșterea fiabilității lor, alături de creșterea gradului de eficacitate și a indicilor de calitate realizați.

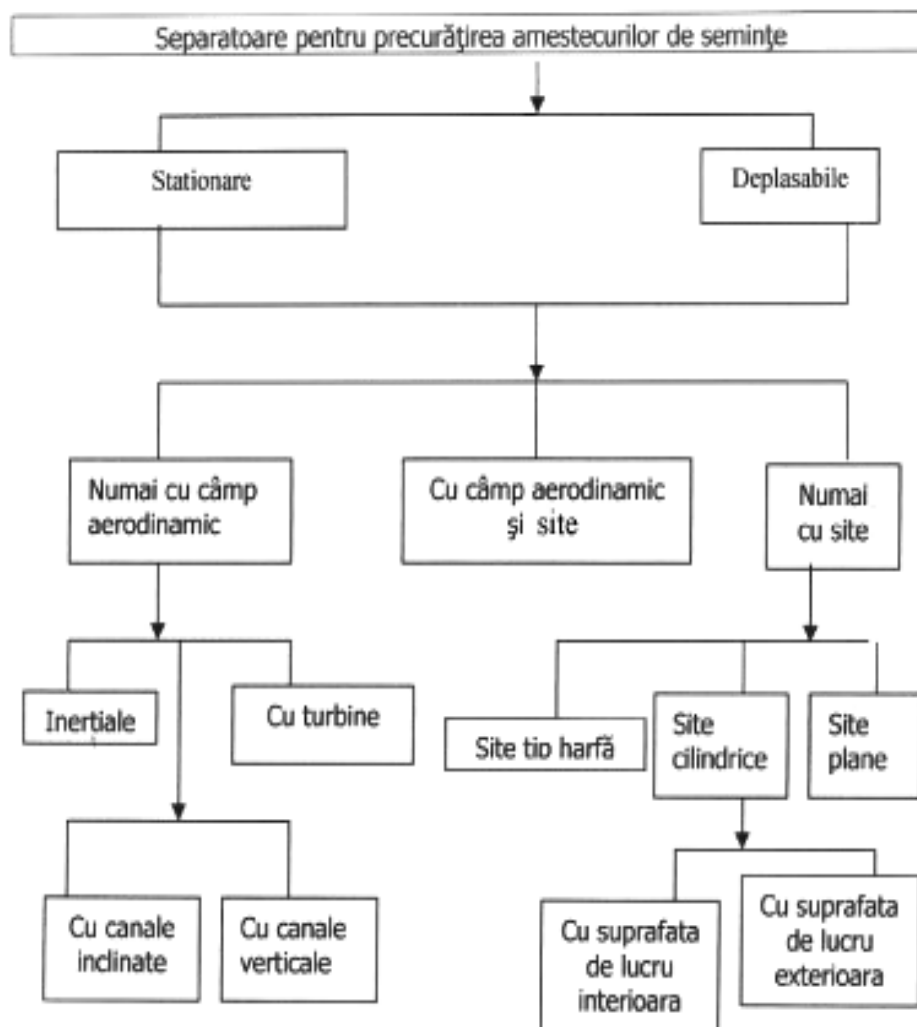


Fig. 1.2.1.1 - Clasificarea separatoarelor pentru precurățirea amestecurilor de semințe proaspăt recoltate(după S.S.Gampilov)[47].

1.2.2. Sinteza realizărilor firmelor de specialitate de peste hotare

1.2.2.1. Dispozitive de separare în instalații fixe

Realizările firmelor de peste hotare sunt multiple, însă marea lor majoritate efectuează precurățiri după înmagazinarea temporară, înainte de trecerea amestecurilor prin uscătoare sau în cazul apariției unor focare de încălzire a semințelor depozitate în magazii.

Dintre firmele care s-au afirmat în această direcție prin realizările lor, amintim aici: firma franceză „Daquet” prin pneumoseparatoarele prezentate în figura 1.2.2.1.1, al cărui principiu funcțional a fost preluat de firma italiană „Ocrim”, de firma americană „Forsberg”, respectiv de firma daneză „Damas”.

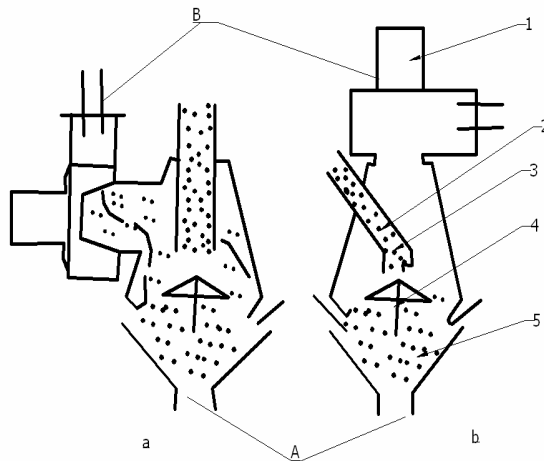


Fig.1.2.2.1.1- Schema pneumoseparatoarelor Daquet:

a)varianta DA.67;b) varianta SP-68

A-colectoare semințe precuratite; B-colectoare impurități;

1 electromotor,2 tub alimentare, 3 camera aspirație impurități, 4 con de repartiție uniformă, 5 pâlnie de colectare semințe precurățite[45]

Cele două variante sunt simple și compacte. După cum se constată din figura 1.2.2.1.1, ambele variante sunt echipate cu ventilatoare centrifuge monoaspirante de mare eficacitate, capabile să extragă într-un sens invers sensului de curgere a amestecului, a componentelor ușoare, a căror viteză de transport este inferioară vitezei de plutire a semințelor culturii de bază.

Ambele variante se montează în extremitatea superioară a coloanei de utilaje din tunelul tehnic al silozurilor de mare capacitate.

Cu realizări prestigioase se prezintă firmele canadiene „Westwardparts” și respectiv firma „Parsons”, care au mers pe soluții ce au la bază principiul harfelor multiple, ca cele prezentate în figura 1.2.2.1.2. Ele prezintă avantajul că sunt simple și fiabile, însă au dezavantajul că ocupă un spațiu mult mai mare decât variantele din figura 1.2.2.1.1. Totuși, faptul că procesul de separare are loc prin simpla lansare a amestecului ce se deplasează sub acțiunea gravitației în zigzag, prin tubulatura confecționată din site, eliminând ventilatorul și cicloul de colectare și separare a aerului, considerăm că acolo unde spațiul permite, aceste soluții tehnice merită să fie implementate.

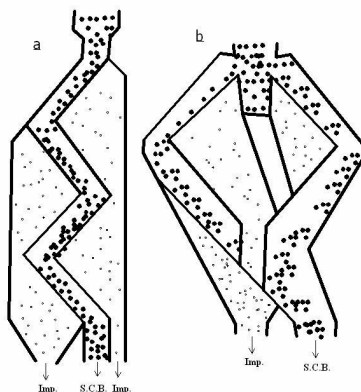


Fig. 1.2.2.1.2. - Scheme ale separatoarelor cu harfe multiple
 a) varianta firmei Westlandparts;
 b) varianta firmei Parsons[45].

1.2.2.2. Realizări tehnice mobile ale firmelor de peste hotare

Diversificarea tehnologiilor de prelucrare primară după recoltare și a tipurilor și mărimii spațiilor de depozitare, a impus apariția unor utilaje mobile capabile să răspundă acestor elemente de diversificare.

Firma canadiană „Carter day” a realizat precurătorul mobil din figura 1.2.2.2.1., al cărui principiu funcțional stă la baza soluțiilor tehnice implementate și de firmele: Carter (SUA), Shule (Germania), AB Linde Maskinez (Elveția), Heid (Austria), Cimbria (Danemarca), Chepos (Cehia), respectiv Maiak (Bulgaria).

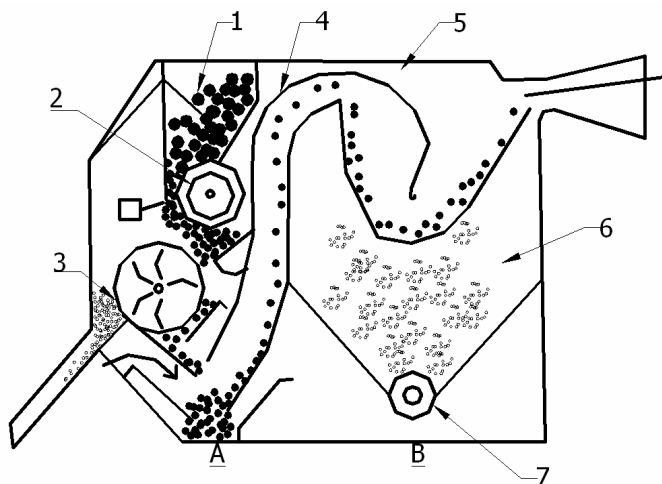


Fig. 1.2.2.2.1 - Precurătorul mobil al firmei canadiene „Carter day”
 1-Buncar pentru amestec; 2-Uniformizator de alimentare; 3-Sita cilindrică; 4-Canal de separare; 5-Ejector; 6-Camera de sedimentare; 7-Transportor elicoidal; A-Canal colectare semințe; B-Colector amestecuri ușoare ; E-Colector pleavă[45];

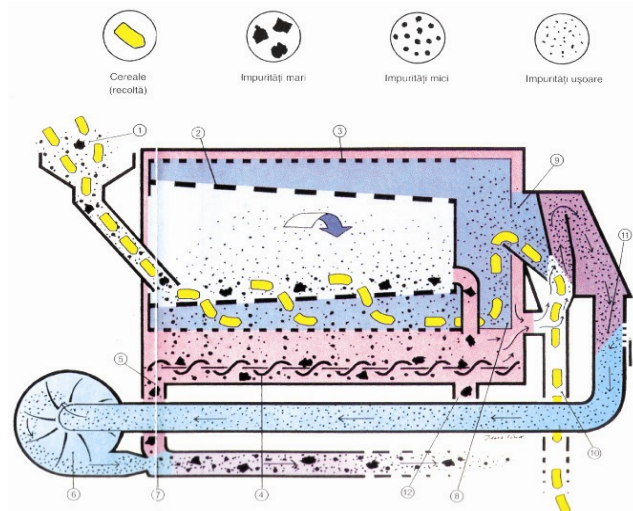


Fig. 1.2.2.2.. – Schema componentei organologice și a desfășurării procesului în cadrul curățitorului combinat D.P.C. 40:

1 – pâlnie alimentară; 2 – sită conică interioară; 3 – sită cilindrică exterioară; 4 – transportor elicoidal; 5 – evacuare site; 6 – ventilator; 7 – injector; 8 – dozator; 9 – curățitor pneumatic; 10 – evacuare boabe curățate; 11 – regulator curent aer; 12 – evacuare site interioare[45].

Cu realizări în acest domeniu se prezintă multe firme. Astfel, pentru firma daneză „Konskilde” cea mai recentă realizare în domeniu se prezintă în figura 1.2.2.2.2. și îmbină posibilitățile de separare ale sitelor conice și cilindrice cu cele ale câmpului aerodinamic.

Curățitorul D.P.C 40 este realizat în două variante: varianta cu acționare electrică și varianta cu acționare de la priza de putere a tractorului.

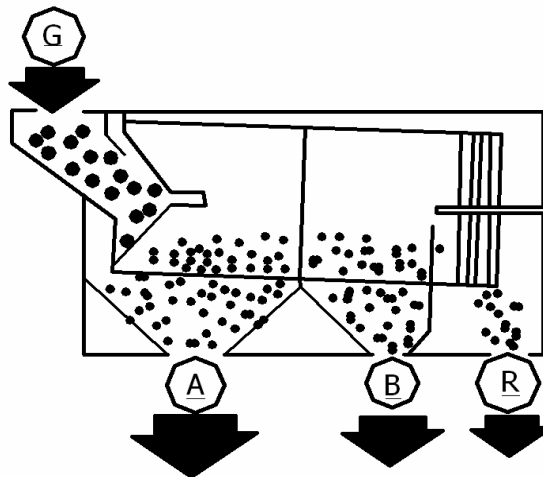


Figura 1.2.2.2.3 - Precurătorul cu sită cilindrică al firmei Marot
G-alimentare cu amestec; A-semințe mici; B-semințele culturii de baza; R-impurități mari[45].

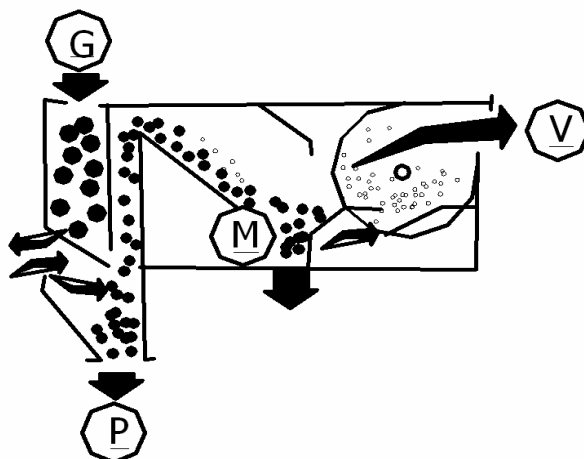


Figura 1.2.2.2.4 - Precurățitor cu câmp aerodinamic
*G-alimentarea cu amestec; P-colector semințe curate; M-camara de sedimentare;
 V-ventilator centrifug cu aspirare de aer impurificat[45].*

Drept lider european în acest domeniu se declară firma franceză Marot, pentru că satisface, prin utilajele ce le realizează, acoperirea proceselor de uscare, curățire, stocare și manipulare. Pentru precurațirea amestecurilor cerealiere firma Marot realizează un precurățitor cu sită cilindrică cu două sectoare de separare (figura 1.2.2.2.3.) și un precurățitor cu aspirație (figura 1.2.2.2.4.), cu ventilator centrifug dublu-aspirant și cameră de sedimentare, valorificând în acest fel ceea ce se realizează într-o parte din sistemele tehnice aplicate în cadrul tararelor și selectoarelor de semințe

În urma procesului de rotire a sitei cilindrice fig.1.2.2.2.3, semințele sparte și deșeurile mici trec prin orificiile primului sector al sitei, de unde sunt dirijate spre colectorul A al cadrului. Componentele culturii de bază precum și impuritățile mari din amestec, efectuează traiectorii sinusoidale pe sită și trec din primul compartiment al sitei cilindrice în cel de-al doilea compartiment, ale cărui orificii sunt mai mari decât cea mai mare dimensiune a semințelor culturii de bază. În urma contactului cu suprafața sitei a semințelor culturii de bază și a componentelor mai mari decât ale culturii de bază, semințele trec prin orificiile acestui al doilea sector și sunt dirijate spre a fi colectate prin gura de colectare B. Impuritățile mari își continuă drumul pînă la evacuarea din sita cilindrică și sunt dirijate spre colectorul R al utilajului.

În figura 1.2.2.2.4 se prezintă schema variantei ce valorifică principiul de separare realizat cu ajutorul câmpului aerodinamic aspirat după diferența de plutire a componentelor amestecului.

În urma interacțiunii dintre aerul aspirat și amestecul supus separării componentele culturii de bază își continuă căderea și se colectează prin zona de colectare P, deoarece viteza lor de plutire este mai mare decât viteza de curgere a câmpului aerodinamic ascendent în canalul de aspirație al utilajului.

Componentele mai ușoare decât semințele culturii de baza, având viteza de plutire mai mică decât viteza realizată de ventilator pentru câmpul aerodinamic aspirat în acest canal, sunt antrenate și depozitate în camera de sedimentare a utilajului, fiind eliminate din această cameră prin colectorul M. Impuritățile foarte mici și aerul antrenat de către ventilatorul V sunt evacuate în atmosferă, sau spre mijloace de filtrare sau separare prin sedimentare.

Se constată că un astfel de utilaj este destul de simplu, însă prezența unui ventilator centrifugal dublu aspirant poate să ridice probleme de corelare a debitului întregii instalații pentru cazul instalațiilor de mare productivitate.

Considerăm că înlocuirea ventilatorului centrifugal dublu aspirant cu un ventilator transversal de mare lățime de lucru poate contribui la realizarea unei instalații simple dar cu mare eficacitate în realizarea proceselor de precurățire a amestecurilor de semințe supuse înmagazinării.

În preocupările cercetătorilor din spațiul fostei U.R.S.S, problemei precurățirii rapide și eficiente a amestecurilor de semințe de cereale proaspăt recoltate, i s-a acordat o atenție deosebită. Din multiplele variante tehnice realizate și experimentate, în figurile următoare se prezintă construcția, performanțele tehnice, de calitate, pentru două variante reprezentative.

În fig.1.2.2.2.5 se prezintă schema unei realizări tehnice ce valorifică posibilitatea de separare a unei site tip platformă mobilă în concordanță cu acțiunea câmpului aerodinamic.

Sita mobilă 6 de tip conveior este construită sub forma unei benzi fără sfârșit cu suprafața de $11000[\text{mm}^2]$ cu dimensiunile orificiilor de $12 \times 16[\text{mm}]$. Pentru amestecul cerealier cu umiditatea cuprinsă între 26-28% și gradul de impurificare de 15-16%, productivitatea specifică este de 6.7-7.1 t/h-dm și înregistrează un procent de pierdere de semințe de 0.003-0.005%. Materialul pătrunde spre sită din coșul de alimentare 1, care este preluat de ramura activă 2 a sitei deplasabile și care este uniformizat pe suprafața sitei prin paleta uniformizatoare 3. În procesul de deplasare a sitei conveior, tip bandă cu orificii, semințele culturii de bază trec prin orificii atât prin ramura superioară cât și prin ramura inferioară a acesteia, ajungând în colectorul 5, iar impuritățile sunt transferate de pe suprafața sitei spre colectorul 4. Acțiunea de separare a componentelor amestecului are loc pe partea superioară a ramurei sitei sub acțiunea câmpului aerodinamic furnizat de ventilatorul centrifug dublu aspirant 7, al cărui câmp aerodinamic este distribuit uniform prin intermediul unor profile deflectoare montate între ramura inferioară și superioară a sitei tip conveior.

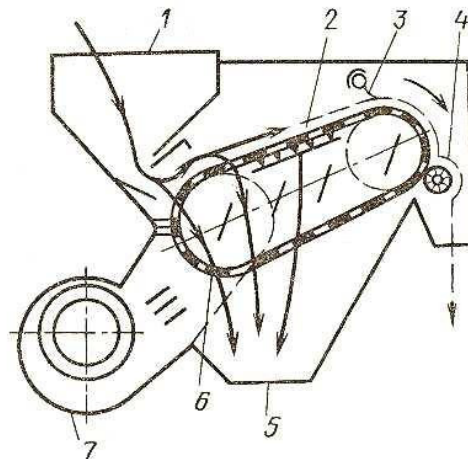


Fig.1.2.2.2.5 Schema mașinii cu sită rotitoare de tip conveior[47].

În fig.1.2.2.2.6 se prezintă tot o combinație sită-câmp aerodinamic, numai că în locul platformei mobile tip conveior s-a utilizat o sită cilindrică. După cum se vede din figură, soluția tehnică este mai compactă, iar indicii de productivitate și de calitate ai procesului executat, este destul de mulțumitor.

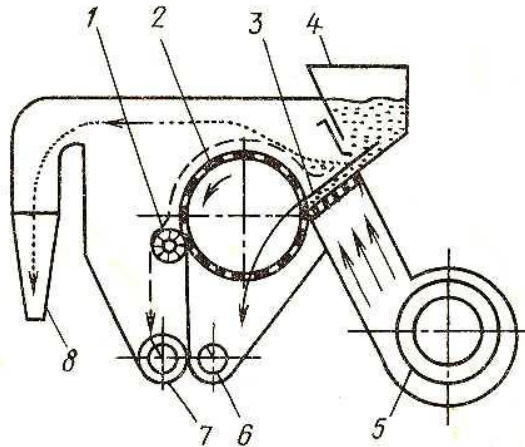


Fig.1.2.2.2.6 Schema mașinii de precurățire ce folosește câmp aerodinamic și sită cilindrică[47].

Câmpul aerodinamic este furnizat de un ventilator centrifug dublu aspirant 5, iar intensitatea acestuia este reglată astfel încât impuritățile ușoare mari și mici, să fie dizlocate din fluxul de amestec lansat din coșul de alimentare 4 prin fața gurii de refulare 3, componentele cu dimensiuni mari sunt preluate de suprafața exterioară a sitei cilindrice 2 cu orificii de 10x16 [mm] și turația de 25-30 rot/min. Componentele depuse pe suprafața exterioară a sitei cilindrice sunt lansate în jgheabul de colectare 7 cu ajutorul unei perii cilindrice. Semințele culturii de bază împreună cu alte componente mai mici decât dimensiunile semințelor culturii de bază pătrund în prima fază în interiorul sitei cilindrice, iar în a doua fază ies prin orificiile acesteia și cad în jgheabul de colectare 6. Un astfel de dispozitiv a fost experimentat cu amestecuri cerealiere a căror umiditate a variat între 23-24% și grad de impurificare cuprins între 10-11%. Lucrând la o productivitate de 7.9-8.5 t/h-dm, a realizat o îndepărtare totală de impurități în limita de 77-78%. [48]

1.3. CONCLUZII

În urma studiilor efectuate și a prezentării principalelor realizări tehnice folosite pentru rezolvarea acestei probleme cu serioase implicații în reducerea consumurilor energetice și creșterea calității acestei importante materii prime din industria alimentară, se formulează următoarele concluzii:

- Problema abordată prezintă un interes deosebit în întreaga lume pentru că vizează păstrarea calității uneia dintre cele mai importante materii prime destinată obținerii de produse alimentare.
- Se găsesc în exploatare soluții tehnice prestigioase, dar care acționează după ce întregul amestec, obținut de la mașinile de recoltat, ajunge în spațiile de depozitare.
- Eliminarea unei bune părți din componentele nedorite din amestecurile proaspăt recoltate este posibilă înainte de lansarea amestecurilor pe mijloacele de manipulare a acestora spre spațiile de depozitare.
- Realizarea unei astfel de instalații aduce considerabile avantaje în domeniul consumurilor energetice, prin reducerea numărului de manipulări, cât și prin domeniul creșterii indicelui de calitate a produsului înmagazinat, prin reducerea procentului de semințe sparte și respectiv de impurități purtătoare a unui exces de umiditate, considerabil mai mare decât al semințelor culturii de bază.
- În contextul creșterii considerabile pe plan mondial al prețului petrolului și a gazelor naturale, care sunt combustibilii de bază utilizați pentru funcționarea instalațiilor pentru uscat semințe, atât fixe cât și mobile, reducerea umidității semințelor până aproape de umiditatea de conservabilitate a acestora, folosind doar aerul ambiant, constituie un procedeu destul de avantajos sub aspect economic și cu reale valențe economice în păstrarea calității semințelor.
- Cercetările efectuate cu ocazia întocmirii acestei teze de doctorat vizează rezolvarea acestei probleme.

Capitolul 2

STUDII TEORETICE PRIVIND POSIBILITATEA PRECURĂȚIRII SEMINȚELOR DE CEREALE ÎN VEDEREA PĂSTRĂRII, UTILIZÂND CÂMPUL AERODINAMIC

2.1. STUDII ASUPRA STRUCTURII AMESTECURILOR DE SEMINȚE PROSPĂT RECOLTATE

Masa de cereale păioase, astfel cum este obținută din procesul de recoltare se compune din:

- 60 – 70 % semințe,
- 14 - 24% impurități (corpuri straine),
- 10 - 16% pleavă.

Tabelul 2.1.1.

Caracteristicile dimensionale și aerodinamice pentru diferite componente ale amestecului[58].

Denumirea semințelor	Grâu	Secară	Grâu spart	Grâu vătămat	Ovăz	Paie lungi	Buruieni ușoare
Lungimea (mm)	4,8-8	5-9,8			8-18,6		
Lățimea (mm)	1,8-4	1,4-3,4			1,4-4		
Grosimea (mm)	1,6-3,6	1-3,4			1-4		
Densitatea (g/cm ³)	1,21	1,21	1	1,25	1,2		
Presiunea dinamică (Pa)	64	59-82	18,5-35,2	32,2-55,4	59-98		
Viteza critică (m/s)	8,9-11	8,36-9,89	5,51-7,59	7,2-9,54	8,4-10,7	5-6	4,5-5,6
Coeficient de plutire K _p	0,076-0,012	0,1-0,14	0,17-0,32	0,10-0,18	0,054-0,138		0,30-0,45
Coeficientul de frecare dinamică	0,296	0,315			0,277		

Datele din acest tabel evidențiază posibilități excepționale de comode pentru a interveni în procesul de separare a componentelor amestecului, utilizând atât mijloace mecanice, cât și interacțiunea câmpului aerodinamic, sub formă separată, sau sub formă combinată, cu acțiune concomitentă. **Diferențele dimensionale evidențiază posibilitatea de utilizare a sitelor fixe sau cu acționare cinematică, iar diferențele de viteză (viteza critică), evidențiază comoditatea utilizării câmpului aerodinamic în procesul de fragmentare a amestecului.**

Mijloacele pentru efectuarea precurățării mecanice precum și a curățirii și sortării sunt determinate de proprietățile mecanice ale semințelor.

Indicii cu ajutorul cărora trebuie să se caracterizeze calitatea semințelor și să se determine cerințele față de această calitate, trebuie să fie în strânsă legătură cu proprietățile mecanice ale semințelor și prin esența lor sunt indici mecanici.

Dintre acești indici cei care pot servi ca elemente pentru diferențierea proprietăților mecanice ale masei de semințe, sunt:

Puritatea materialului. În ce privește puritatea, materialul se caracterizează prin prezența unei cantități determinate de diferite impurități. După componență, materialul poate fi împărțit în trei fracțiuni principale: I cultura principală, II – semințe străine, III – diferite impurități.

Cultura principală poate să cuprindă următoarele elemente: semințe sănătoase, semințe vătămate (mecanic sau biologic), sparte, semințe în palee sau golașe, semințe șiștave și semințe mici nedezvoltate. Pentru fiecare categorie de impurități se prezintă în cele ce urmează o definiție generală conform textelor Comunității Economice Europene.

În categoria impurităților se includ: resturi vegetale uscate: palee, paie, spice; corpuri minerale, pământ, pietre, elemente metalice; insecte moarte și resturi animale.

Impuritățile propriu zise sunt toate componentele dintr-o probă de cereale care rămân pe o sită cu ochiuri de 3,5 mm (cu excepția semințelor de alte cereale și a semințelor mari din specia de bază) și cele care trec printr-o sită cu ochiuri de 1 mm. Semințe sparte se consideră toate semințele a caror endosperm lipsește, iar semințele vătămate cu combina și semințele al caror embrion a fost îndepărtat, sunt cuprinse și ele în această grupă.

Semințe seci, semințe șiștave se referă la semințele care sunt șiștăvite înainte de maturizare ca urmare a unui deficit de alimentare cu apă.

Semințele încinse sunt semințele care au suferit o temperatură anormal de ridicată, ca urmare a fermentațiilor datorate microorganismelor care se dezvoltă în perioada de păstrare când condițiile sunt necorespunzătoare. Semințele încinse sunt caracterizate prin aspect mat și culoare galbuie a miezului. Indicele de puritate al materialului se va exprima prin conținutul procentual de semințe sănătoase ale culturii principale, din întreaga masă de semințe.

Greutatea medie individuală a boabelor – exprimată în mg, sau așa numita greutate absolută a 1000 de boabe, exprimată în grame (luate din proba medie)

Mărimea boabelor – este determinată prin dimensiunile acestora: lungimea, lățimea și grosimea (fig.2.1.1). Lungimea (a) este dimensiunea maximă (a), lățimea (b) dimensiunea medie și grosimea (c) dimensiunea minimă .

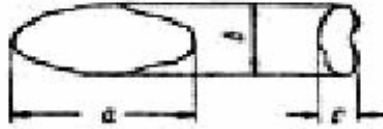


Figura 2.1.1 – Dimensiunea boabelor

Dimensiunile semințelor pentru principalele culturi de cereale din țara noastră sunt date în tabelul 2.1.2.

Tabelul 2.1.2.

Valori dimensionale și de masă pentru semințele principalelor plante cultivate în România[65]

Denumirea seminței	Dimensiunile în mm				Masa		
	1	2	3	4	5	6	7
Grâu de toamnă	4,8 - 8,0	1,8 - 4,0	1,6 - 3,6	20 - 40	1,2 - 1,5	0,70 - 0,83	
Grâu de primăvară	4,0 - 8,6	1,6 - 3,6	1,4 - 3,8	22 - 42	1,2 - 1,5	0,67 - 0,79	
Secară	5,0 - 9,8	1,4 - 3,4	1,0 - 3,4	13 - 32	1,2 - 1,5	0,65 - 0,79	
Porumb	5,5 - 13,5	5,0 - 11,5	2,5 - 8,0	286	1,3 - 1,4	0,73	
Orz	7,0 - 14,6	2,0 - 5,0	1,2 - 4,5	31 - 51	1,2 - 1,4	0,55 - 0,75	
Ovăz	8,0 - 18,6	1,4 - 4,0	1,0 - 4,0	20 - 42	1,2 - 1,4	0,40 - 0,51	

specifică în kg / dm³

volumetrică kg / dm³

2.2. CARACTERIZAREA STĂRII SUPRAFEȚEI SEMINȚELOR ȘI INFLUENȚA EI ASUPRA PRECIZIEI DE SEPARARE

Starea suprafeței semințelor diverselor specii de plante poate fi extrem de diferită; astfel semințele pot fi: netede, cu asperități, acoperite cu palei, puf, ș.a.m.d. Elementul caracteristic, prin intermediul căruia se poate scoate în evidență deosebirea între starea suprafețelor semințelor este forța de frecare, care se naște între semințe și suprafața pe care se află acestea. Aici se pot deosebi două cazuri:

Frecarea semințelor de o suprafață cum ar fi de exemplu din tablă de oțel, din cupru, site din sârmă, site cu orificii, suprafețe din stofă, pânză, etc;

Frecarea interioară a semințelor. În primul caz, influența stării suprafeței poate fi apreciată prin unghiul de frecare φ , iar în al doilea caz prin unghiul de taluz u . În tabelul 2.2.1.sunt date unghiurile φ și u pentru semințele care se deplasează pe tablă din oțel.

Tabelul 2.2.1.

Unghiurile φ și u pentru semințe care se deplasează pe tablă din oțel [65]

Semințele (uscate în aer)	Φ	Coefficientul de frecare $f = \operatorname{tg} \varphi$ (dinamică)	Unghiul taluzului natural u
Orz	17°	0.305	-
Secară	$17^{\circ}30'$	0.315	-
Orez	$17^{\circ}40'$	0.318	-
Grâu	$16^{\circ}30'$	0.296	34°
Ovăz	$15^{\circ}30'$	0.277	36°
Trifoi (semințele)	$18^{\circ}50'$	0.344	-
Trifoi (pleavă)	$27^{\circ}50'$	0.528	-

Nu trebuie neglijată influența umidității asupra mărimii unghiului de frecare. De aceea, în figura 2.2.1. se prezintă variația unghiului de frecare în funcție de umiditate, la deplasarea amestecului pe suprafețe din lemn, respectiv din oțel.

Din figura 2.2.1. se evidențiază faptul că valoarea unghiului de frecare φ se mărește simțitor atât la deplasarea materialului pe o suprafață de lemn (placaj) cât și pe o suprafață de oțel, pe măsură ce umiditatea vrafului crește.

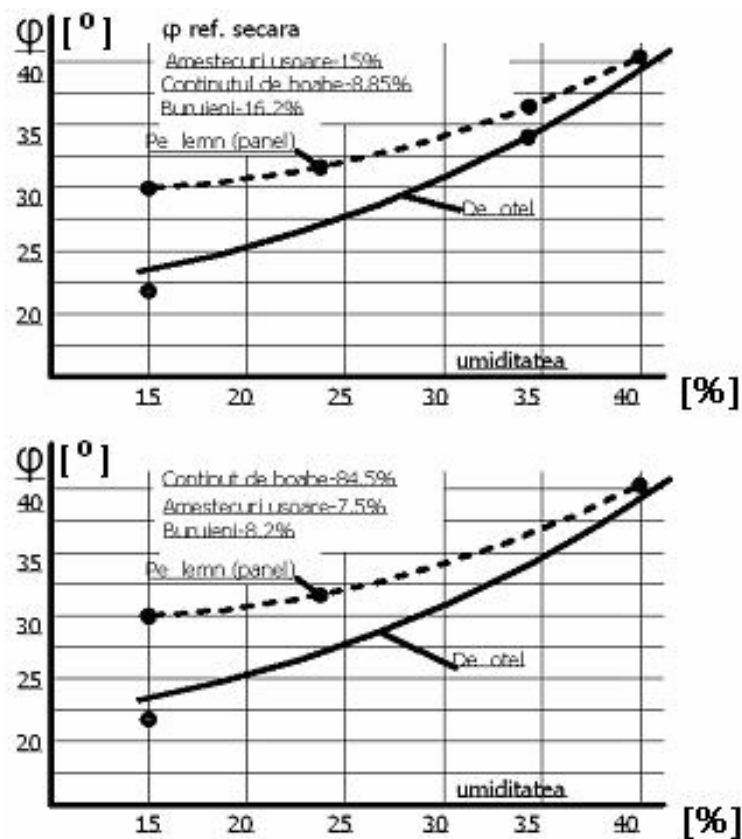


Figura 2.2.1 – Variația unghiului de frecare (dinamică) în funcție de umiditate [58].

2.3. STUDIUL POSIBILITĂȚII DE FRAGMENTARE A AMESTECULUI FOLOSIND ACȚIUNEA CÂMPULUI AERODINAMIC

Baza posibilității fragmentării amestecului cerealier o constituie diferența de viteză de plutire a componentelor din amestec precum și diferența dimensională dintre semințele de buruieni și semințele culturii de bază.

Componentele ușoare, cu viteză de plutire mică, sunt eliminate imediat din amestec, sub acțiunea câmpului aerodinamic ascendent.

Expresiile pentru calculul vitezei critice a semințelor cât și a celorlalți parametri necesari realizării procesului de separare a amestecurilor de semințe cu ajutorul câmpului aerodinamic, se stabilesc în baza studiului de mai jos.

În concordanță cu notațiile din figura 2.3.1, ecuația mișcării seminței la deplasarea acesteia pe verticală în sus este [58]:

$$m \cdot v + R = m \cdot g \quad 2.3.1$$

în care,

R [N] este forța cu care acționează câmpul aerodinamic asupra seminței;

m [kg] masa seminței, g [m/s²] accelerația gravitațională

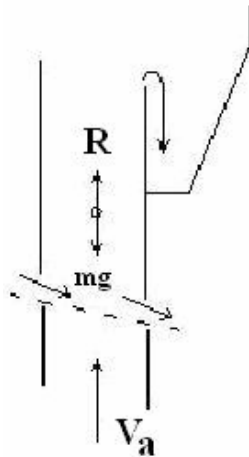


Fig.2.3.1 Dinamica bobului într-un canal cu câmp ascendent

$$R = k_a \cdot \rho_a \cdot S (v_s - v_a) = k_a \cdot \rho_a \cdot A_s \cdot v_r^2 \quad 2.3.2$$

în care,

v_s [m/s] – este viteza absolută a seminței,

v_r [m/s] – viteza relativă a seminței,

k_a – coeficient de rezistență.

A_s [m²] – suprafața proiecției seminței pe planul perpendicular pe direcția câmpului aerodinamic,

v_a [m/s] – viteza câmpului aerodinamic,

ρ_a [kg/m³] – densitatea aerului.

Dacă:

$R > m \cdot g$ □ sămânța se deplasează în sus

$R < m \cdot g$ □ sămânța se deplasează în jos

$R = m \cdot g$ □sămânța își păstrează poziția în canal.

Pentru cazul când $R = m \cdot g$, viteza câmpului aerodinamic este numită viteză critică v_{cr} sau viteza de plutire și se poate scrie:

$$k_a \cdot \rho_a \cdot A_s \cdot v_{cr}^2 = m \cdot g \quad 2.3.4$$

$$v_{cr} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{k_a \cdot \rho_a \cdot S}} \quad 2.3.5$$

Rezultă că viteza critică este invers proporțională cu rădăcina pătrată a coeficientului de portanță k_p .

Mărimile coeficienților k_a și k_p , sunt într-o dependență complexă nu numai de dimensiunile și starea corpurilor, ci și de starea și felul mediului și de viteza corpului față de mediul în care se găsește.

În condiții experimentale, valoarea vitezei critice se stabilește în funcție de viteza câmpului aerodinamic măsurată în secțiunea A_0 - A_0 , corelată, cu poziția de staționare într-o secțiune S_1 , situată între secțiunile A_1 - A_1 și A_2 - A_2 ale tubului tronconic translucid (fig.2.3.2) prin ecuația de continuitate a debitului de aer, adică:

$$v_a \cdot S_{A_0} = v_{cr} \cdot S \quad 2.3.6$$

De unde:

$$v_{cr} = \frac{v_a \cdot S_{A_0}}{S_i} = 4 \cdot C_c \sqrt{h_d} \cdot \frac{S_{A_0}}{S_i} = 4 \cdot C_c \sqrt{1 \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{S_{A_0}}{S_i} \quad 2.3.7$$

în care:

$C_c = 0,895$ este coeficientul de corecție specific standului din laboratorul de specialitate al Facultății de mecanică agricolă,

$h_d = 1 \cdot \sin \alpha$ -denivelarea în micromanometrul cu tub înclinat.

În baza relației s-a construit, în baza măsurărilor concrete pe elementele componente ale standului experimental, graficul din figura 2.3.3, cu ajutorul căruia, în funcție de limitele de variație delimitate de H_{min} și H_{max} între care s-a deplasat particula în timpul experimentului.

Pentru studiul posibilităților de separare a componentelor din amestecuri cu ajutorul câmpului aerodinamic înclinat, s-a folosit standul schematizat în figura 2.3.2.

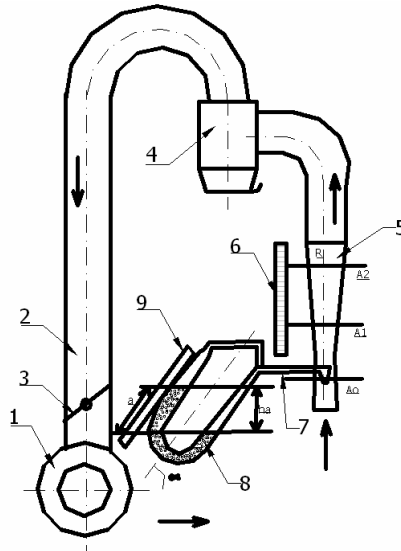


Fig. 2.3.2 - Schema instalației pentru determinarea vitezei de plutire: 1-ventilator centrifugal;2-conductă aspiratoare;3-clapetă de reglare;4-ciclon separare;5-sector conductă tronconică transparentă;6-riglă gradată;7-sondă Pitotot-Prandtl;8-manometru cu tubU; 9-riglă gradată[52].

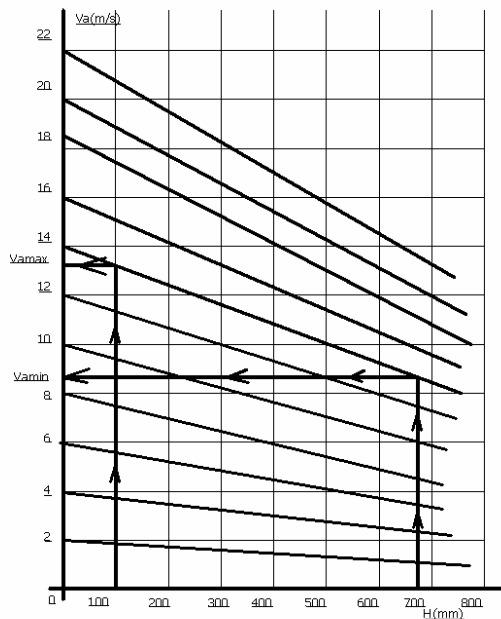


Figura 2.3.3 - Graficul de variație al vitezei de plutire (critice) în funcție de viteza aerului v_a din secțiunea A_0-A_0 și înălțimea H la care staționează particula.

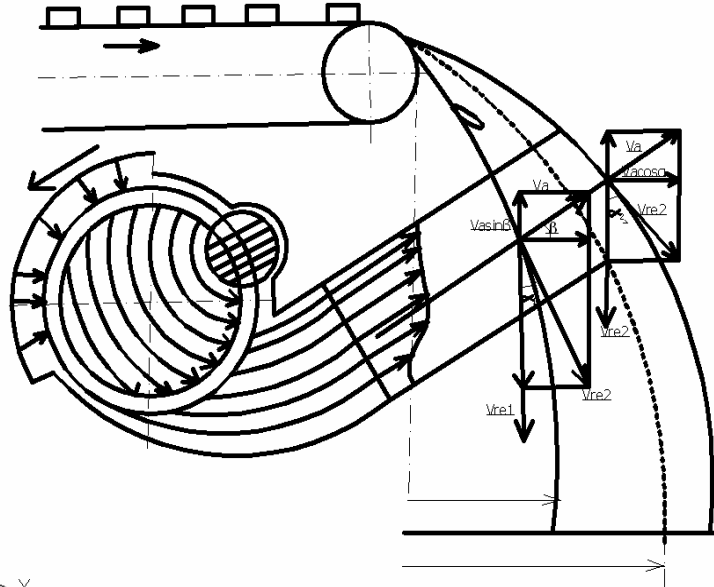


Figura 2.3.4 - Schema funcționării standului cu câmp aerodinamic înclinat și ventilator transversal [52].

Pentru o anumită viteză critică v_{cr} a fiecărei componente și o anumită înclinare β față de orizontala a câmpului aerodinamic, devierea vitezei absolute față de verticală a fiecărei categorii de componente se determină prin unghiul α_1 . Mărimea tangentei acestui unghi se stabilește cu relația:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{v_a \cdot \cos \beta}{v_{cr} - v_a \cdot \sin \beta} \quad 2.3.8$$

Datele caracteristice pentru scopuri practice sunt valorile lui k_a și k_p , determinate pentru viteza critică v_{cr} . În tabelul 2.3.1. sunt date valorile numerice ale lui v_{cr} , k_a și k_p -pentru cele mai răspândite culturi.

Tabelul 2.3.1.

Valorile numerice pentru k_a și k_p pentru diferite culturi [58]-(Lucrarea ing. Bezrucikin I. P., Selhozmașina nr. 3, 1936)

Semințele	Viteza critică m / s	Coefficientul de rezistență k_a	Coefficientul de portanță k_p	Greutatea specifică
Grâu	8,90 - 11,50	0,184 - 0,265	0,076 - 0,121	1,216
Secară	8,30 - 9,89	0,160 - 0,222	0,100 - 0,140	-
Ovăz	8,08 - 9,11	0,169 - 0,300	0,118 - 0,150	1,200
Orz	8,41 - 10,77	0,191 - 0,272	0,084 - 0,138	-
Mazăre	15,50 - 17,50	0,190 - 0,229	0,031 - 0,040	1,264
Măzărice	13,23 - 17,00	0,168 - 0,257	0,034 - 0,056	1,176
Lințe	8,34 - 9,75	0,359 - 0,601	0,103 - 0,141	1,360
Porumb	12,48 - 14,03	0,162 - 0,236	0,049 - 0,063	1,238
Mei	9,83 - 11,80	0,045 - 0,073	0,070 - 0,101	1,060

Observație: Coeficienții k_a și k_p corespund vitezelor critice indicate.

2.4. CONCLUZII

Studiile teoretice și verificările în condiții de laborator au evidențiat faptul că, în baza diferenței considerabile a vitezei de plutire a componentelor din amestecurile proaspăt recoltate, există posibilitatea separării plevei de semințe, folosind câmpul aerodinamic ascendent și înclinat

- Jocul semințelor culturii de bază între H_{\max} și H_{\min} , au sugerat posibilitatea preuscării semințelor cu câmp aerodinamic vertical a cărei intensitate produce fluidizarea stratului de semințe și eliminarea progresivă a umidității acestora până când masa semințelor scade la valoarea ce le transferă din faza de fluidizare în faza de transport pneumatic, permițând în acest fel preuscarea semințelor în șarje.
- Realizarea unei instalații industriale care să asigure atât separarea impurităților amestecurilor cerealiere cât și preuscarea acestora, presupune utilizarea unei camere echipate cu un ventilator cu mare lățime de lucru și câmp aerodinamic uniform pe toată lățimea camerei, precum și o rețea de jaluzele grupate astfel încât, să se poată dirija componentele câmpului aerodinamic după necesitate, în funcție de faza procesului: precurățire sau preuscarea prin fluidizare.
- Ventilatorul care satisface aceasta condiție este ventilatorul transversal.

O astfel de instalație mobilă, purtată pe ridicătorul hidraulic al tractorului devine un agregat de o utilitate enormă pentru asigurarea eliminării cuiburilor de încălzire ce apar în masa de semințe depozitate în magaziiile micilor fermieri, permițând o intervenție comodă și rapidă oricând și oriunde, fără a se apela la rețelele de curent electric trifazat, în condițiile realizării unui proces de eliminare a excesului de umiditate, superior aceluia ce-l realizează tararul sau vânturătoarea.

Capitolul 3

STUDII TEORETICE PRIVIND POSIBILITATEA DE ELIMINARE A EXCESULUI DE UMIDITATE, PRIN FLUIDIZAREA SEMINTELOR DE CEREALE, UTILIZÂND AERUL LA TEMPERATURA AMBIANTĂ

3.1. CONSIDERAȚII ASUPRA FENOMENULUI DE FLUIDIZARE APLICAT STRATURILOR GRANULARE SEMINCERE

Principiul general al acestei metode se bazează pe trecerea agentului de fluidizare prin stratul de material aflat pe grila suport care poartă denumirea de distribuitor de agent de fluidizare.

Expandarea stratului produce o mărire considerabilă a suprafeței libere, iar fenomenul de agitare energetică a masei de granule (fierberea stratului) permite o reînnoire continuă a agentului de fluidizare, care spală suprafața de contact. Pentru granulele antrenate, fenomenul de suprafață este mai accentuat, din cauza dimensiunii reduse a granulelor și a masei considerabile de gaz de care se dispune, precum și a decalajului dintre viteza gazului (mai mare) și a granulei (mai mici).

Studiul calitativ al fluidizării se poate efectua simplu într-o coloană, de regulă cilindrică, ca cea prezentată în figura 3.1.1.

Se consideră un cilindru vertical cu fund dublu, inferior metalic și superior din placă poroasă (figura 3.1.1). La trecerea unui curent fluid printr-un strat de particule depus pe placa poroasă, în funcție de viteza fluidului apar o serie de faze distincte și reproductibile. La viteze mici (pentru gaze $v_g = 0,1 \dots 0,3$ m/s) fluidul se strecoară printre particulele din strat fără să provoace o deranjare apreciabilă a acestora. Dacă se mărește viteza fluidului stratul rămâne fix, dar se observă o expandare a volumului (stratul se afânează) și o majorare a pierderii de presiune.

La o anumită valoare a vitezei fluidului, pierderea de presiune devine egală cu greutatea stratului raportată la aria suprafeței poroase. În această fază de fluidizare incipientă, forța de frecare dintre particula solidă și fluid corespunde unei forțe ascensionale egală cu greutatea granulei. Aceasta este etapa corespunzătoare începutului fluidizării când granulele stratului sunt susținute de curentul fluid fără a se mai sprijini pe particulele inferioare; pierderea de presiune pentru fluidizarea incipientă este dată de relația:

$$\Delta p = h \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (\gamma_s - \gamma_f) \quad 3.1.1$$

unde h este înălțimea stratului, γ_s , γ_f - greutatea specifică a particulelor solide respectiv a fluidului, iar ε - porozitatea (definită prin raportul dintre volumul fluidului și cel al amestecului bifazic)[16].

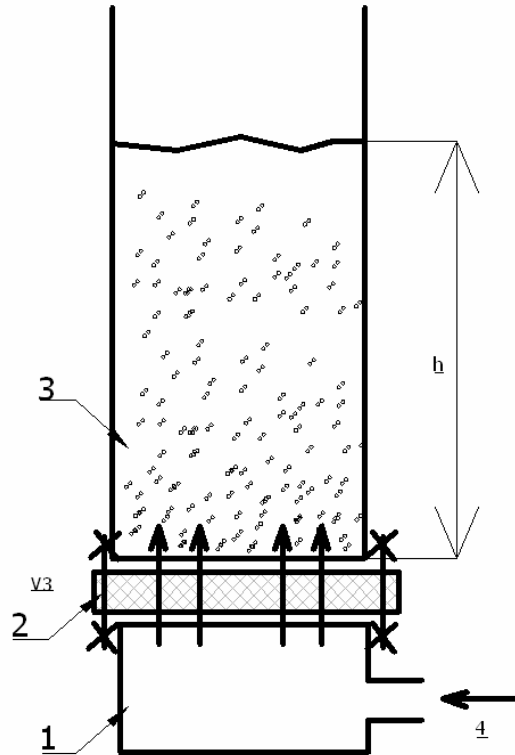


Fig. 3.1.1- Cilindru vertical cu placă poroasă pentru difuzia fluidului:
 1 – compartiment inferior sub presiune; 2 – placă poroasă, 3 - compartiment de fluidizare; 4 - ștuț pentru racord de fluid sub presiune[33].

La viteze mai mari, particulele solide au tendința de a fi antrenate în curent. Prin deplasarea particulelor, stratul tinde să-și mărească volumul, viteza locală se reduce, iar granula solidă revine la poziția inițială, repetând acest joc de deplasare și revenire în mod continuu. Particulele solide își modifică așezarea în strat pentru a opune o rezistență minimă la trecerea fluidului; de exemplu, pentru particule sferice egale, afânarea maximă corespunde așezării lor într-o rețea cubică cu porozitatea egală cu 47,6%. Această fază, denumită fluidizare liniștită, se caracterizează prin aceea că: a) particulele solide au o oarecare libertate de deplasare în jurul unei poziții medii; b) se constată o delimitare netă între faza densă (stratul fluidizat) și faza de suspensie dispersă (faza fluidă superioară); c) stratul afânat se comportă ca un fluid care poate curge și exercita o presiune hidrostatică. Aceste proprietăți, analoge fluidelor, justifică denumirea de strat fluidizat.

Dacă fluidul este un lichid, o creștere mică a vitezei peste limita vitezei corespunzătoare apariției fenomenului de fluidizare liniștită determină împrăștierea uniformă a particulelor în toată masa (fluidizare particulată), iar dacă este gaz, particulele solide nu se mai repartizează uniform, ci rămân atât sub formă de granule individuale cât și sub formă de aglomerări (fluidizare agregativă).

La o creștere a vitezei în lichid patul fluidizat expandează în continuare, menținându-și însă caracterul său uniform, cu toate că agitația particulelor se

majorează progresiv (fluidizare particulată). Dacă fluidul este un gaz, starea de fluidizare uniformă se realizează numai la o anumită viteză relativă; cu creșterea vitezei apar cele două faze — faza densă sau faza de emulsie și faza discontinuă de bule sau particule împrăștiate în mediu (fluidizare agregativă).

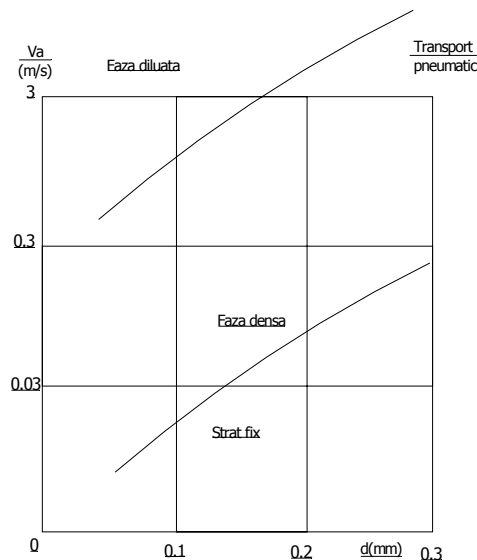


Fig. 3.1.2 - Etapele fenomenului de fluidizare[33].

La viteze mai mari ale fluidului particulele solide se găsesc într-o agitație din ce în ce mai intensă; bule de fluid străbat stratul antrenând praf fin. Tot stratul are aspectul unui lichid care fierbe, denumit impropriu și „strat fierbător”.

Între fluidizarea cu lichid și cea cu gaz s-au observat unele diferențe; astfel, fluidizarea cu lichid este uzual particulată, iar cu gaz este agregativă (fig. 3.1.3.). Fluidizarea agregativă conduce la un strat mult mai eterogen decât cea particulată. După I. Wilhem și L. Kusuk dacă numărul lui Froude $Fr = v^2/g \cdot d$ este subunitar, predomină fluidizarea particulară, iar pentru $Fr > 1$, predomină fluidizarea agregativă. În figura 3.1.3. se prezintă schematic modul de lucru în fenomenele de fluidizare particulată (cazul a) și agregativă (cazul b)[16].

În cazul fluidizării particulare viteza relativă, $v_r = v_f - v_{s,r}$, este mică iar în cazul fluidizării agregative v_r are o valoare mare .

Apariția celor două modele de fluidizare, particulară și agregativă, este expresia fenomenologică a unei interacțiuni fluid-particulă.

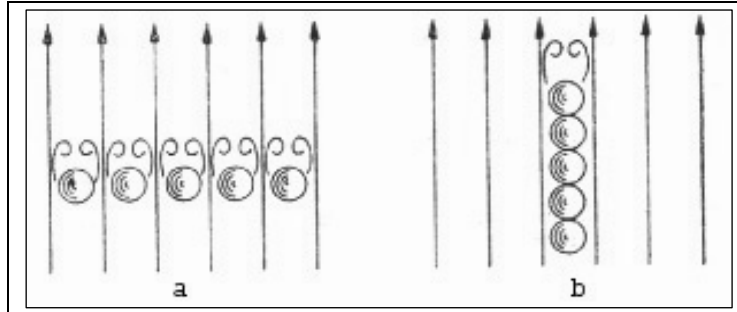


Fig. 3.1.3- Procese de fluidizare:
a) particulară; b) agregativă[33].

La valori mai mari ale vitezelor fluidului, când forța de frecare depășește greutatea granulei, particulele solide sunt antrenate în mișcarea generală a curentului intervenind fenomenul de transport hidropneumatic.

Stratul fluidizat prezintă o serie de caracteristici tehnice deosebite, ceea ce îi conferă o largă aplicabilitate în diverse procese. Avantajele principale ce caracterizează un strat fluidizat sunt:

- ❖ curgerea stratului asemenea unui lichid, permite operațiuni continue ce pot fi controlate și automatizate ușor;
- ❖ amestecarea rapidă a solidelor duce la condiții aproape izoterme în masa stratului;
- ❖ circulația solidelor între două straturi fluidizate face posibil transportul unor mari cantități de căldură din sau în sistem;
- ❖ vitezele de transfer de căldură și de masă dintre gaz și particule sunt mari;
- ❖ asigură o eficiență mai ridicată în realizarea unor operații fizice comparativ cu alte metode.

3.2. SINTEZA PARAMETRILOR CE CARACTERIZEAZĂ DINAMICA STRATULUI SEMINCER FLUIDIZAT ÎN SISTEM BIFAZIC GAZ-SOLID

3.2.1. Porozitatea necesară expandării, respectiv, fluidizării stratului

La un strat fix de particule solide, porozitatea [44], adică fracțiunea de goluri, este dată de expresia :

$$\varepsilon_0 = \frac{V_{gr} - V}{V_{gr}} \quad 3.2.1.1$$

În cazul în care se poate neglija densitatea mediului din golurile dintre particule, în comparație cu densitatea particulelor, porozitatea este dată de:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_{gr}}{\rho} \quad 3.2.1.2$$

în care reprezintă:

- V și V_{gr} - volumul ocupat de particule respectiv volumul total al stratului, în m^3 ;
 - ρ și ρ_{gr} - densitatea particulelor respectiv densitatea stratului (așa numita densitate în vrac), în kg/m^3 .

În practică porozitatea unui strat fix de sfere, de același diametru, așezate la întâmplare, variază în limitele 0,38 - 0,42; în calcul se admite valoarea medie 0,40. La stratul fluidizat al unor particule solide porozitatea este dată de formula[44] :

$$\varepsilon = \frac{V_{fl} - V}{V_{fl}} \quad 3.2.1.3$$

în care:

V_{fl} este volumul stratului fluidizat, în m^3 .

3.2.2. Pierderea de presiune în distribuitorul de fluid

Construcția distribuitorului de fluid influențează realizarea unei fluidizări uniforme pe întreaga secțiune a stratului. Distribuitorii cu puține orificii de intrare a fluidului favorizează apariția canalelor în strat și determină variații mari ale densității stratului.

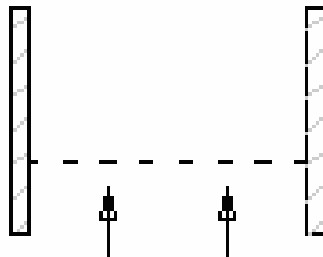


Fig. 3.2.2.1 -Distribuitorul de fluid ce se montează în camera de lucru.

Distribuitorii cu multe orificii, de tip placă perforată, realizează o repartizare uniformă a fluidului pe secțiunea aparatului, deci structuri mai uniforme de strat; prezintă dezavantajul unei căderi mari de presiune prin frecare, Δp_D , în distribuitor[32].

Distribuitorul de aer din cadrul camerei de lucru a instalației mobile proiectată, realizată și experimentată cu această ocazie este dotată cu trei plăci perforate, montate ca în figura 3.2.2.1.. Diferențele dimensiunilor diverselor categorii de cereale păioase, au impus dotarea camerei cu trei tipuri de plăci perforate, care se pot schimba comod în funcție de mărimile celei mai mici dimensiuni a acestora.

La alegerea distribuitorilor de fluid se recomandă ca valoarea căderii de presiune Δp_D în distribuitor să reprezinte:

$$\Delta p_D \in (0,1 \div 0,5) \cdot \Delta p_m \quad 3.2.2.1$$

dar să nu fie mai mică de 3500 [N/m²]: adică

$$\Delta p_D \geq 3500 [N/m^2] \quad 3.2.2.2$$

Valoarea raportului dintre căderea de presiune în distribuitor și căderea de presiune în strat

$$c = \frac{\Delta p_D}{\Delta p_m} \quad 3.2.2.3$$

este funcție de raportul H/D și se poate calcula cu relațiile:

$$\text{- pentru } H/D > 0,5: c = 0,01 + 0,2 \cdot [1 - e^{-0,5D/H}] \quad 3.2.2.4$$

$$\text{- pentru } H/D < 0,5: c = e^{-3,8H/D} \quad 3.2.2.5$$

Distribuitoarele tip placă cu orificii se proiectează pe baza relațiilor stabilite la curgerea prin orificii. Se consideră o placă de grosime δ cu n orificii de diametru d_0 (respectiv arie a) plasate la pasul t .

Etapele de calcul sunt:

- se calculează Δp_D cu relația 3.2.3.1 scrisă pentru fluidizarea incipientă:

$$\Delta p_m = g \cdot (\rho_p - \rho) \cdot (1 - \varepsilon_m) \cdot H_m \quad 3.2.2.6$$

- se calculează c cu relațiile 3.2.2.4 sau 3.2.2.5 și se determină Δp_D cu relația 3.2.2.6, în limitele ecuației ;

- se calculează viteza fluidului prin orificii cu relația:

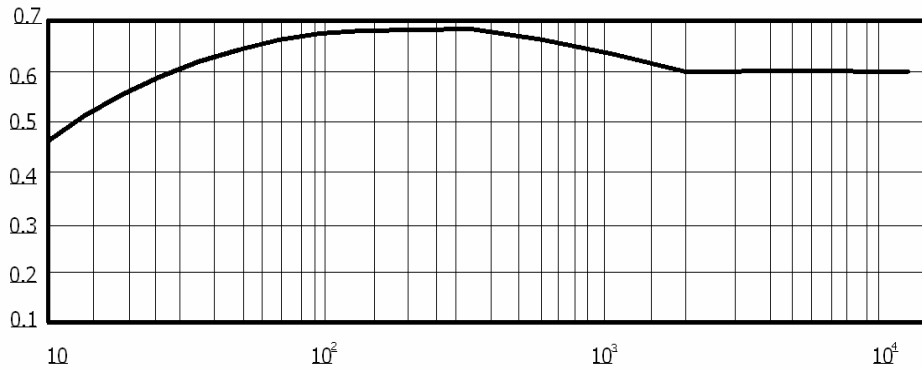
$$w_{or} = \frac{G_v}{n \cdot a} = C_D \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_D / \rho} \quad 3.2.2.7$$

obținută din exprimarea debitului fluidului printr-un orificiu :

$$G_{v,1} = C_D \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_D / \rho} \quad 3.2.2.8$$

și debitul prin n orificii:

$$G_{v,1} = n \cdot G_{v,1} = n \cdot C_D \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_D / \rho} \quad 3.2.2.9$$

Fig. 3.2.2.3. - Corelarea $C_D = f(Re)$ [19].

Valoarea coeficientului de debit C_D se obține [19] fie din corelarea grafică $C_D = f(Re)$ reprezentată în figura 3.2.2.3. valabilă în domeniul $D/A < 0,1$ ($A_0 = n \cdot a$ - aria orificiilor; $A = \pi \cdot D^2/4$ - aria secțiunii transversale a coloanei; (D - diametrul interior al coloanei), fie se ia $C_D = 0,6$ pentru

$$Re = \frac{w \cdot D \cdot \rho}{\eta} > 3000 \text{ și } \delta/d_0 < 0,1; \quad 3.2.2.10$$

- se calculează viteza fictivă a fluidului:

$$w = \frac{G_v}{A} = \frac{n \cdot a}{A} \cdot C_D \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_D / \rho} \quad 3.2.2.11$$

- se determină fracția $f = \frac{A_0}{A}$ de goluri a plăcii cu relația:

$$f = \frac{A_0}{A} = \frac{n \cdot a}{A} = \frac{w}{C_D \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_D / \rho}} = \frac{w}{w_{vr}} \quad 3.2.2.12$$

- se decide asupra numărului N , de orificii raportat la unitatea de arie a plăcii, $N = \frac{n}{A}$, și se calculează aria a , respectiv diametrul, d_0 al orificiului din relația:

$$a = \frac{w}{w_{or}} \frac{1}{N}; \quad a = \frac{\pi d_0^2}{4} \quad 3.2.2.13$$

- se calculează pasul t între orificii din relațiile $N = f(t)$.

3.2.3. Pierderea de presiune în stratul de material fluidizat

Condiția de trecere a stratului fix în strat fluidizat este egalitatea forței de presiune (care se manifestă ca pierdere de presiune pe înălțimea stratului) cu greutatea stratului pe unitatea de secțiune transversală.

Pentru stratul fluidizat în care nu variază cantitatea de particule solide, pierderea de presiune este dată de expresia[44]:

$$\Delta p_{st} = \frac{G_{st}}{S} = \text{const.} \quad 3.2.3.1$$

în care :

G_{st} este greutatea materialului în strat, în N ;

S - suprafața secțiunii transversale, în m².

Pierderea de presiune a curentului care trece prin stratul fluidizat al particulelor solide se determină din ecuația:

$$\Delta p_{st} = (\rho - \rho_m) \cdot g \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = (\rho - \rho_m) \cdot g \cdot (1 - \varepsilon_0) h_0 \quad [\text{Pa}] \quad 3.2.3.2$$

în care:

h și h₀ sunt înălțimile stratului fluidizat și fix, [m] ;

ρ și ρ_m - densitatea particulelor solide și a mediului, [kg/m³]

Dacă mediul este un gaz $\rho_m < \rho$ și ecuația 3.2.2.2 devine:

$$\Delta p_{st} = \rho \cdot g \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = \rho \cdot g \cdot (1 - \varepsilon_0) \cdot h_0, \quad [\text{Pa}] \quad 3.2.3.3$$

Pierderea de presiune în grila de repartiție a gazului se poate determina cu ecuația:

$$\Delta p_s = \frac{0,503 \cdot w_0^2 \cdot \rho_m \cdot (1 - \varphi^2)}{C^2}, \quad [\text{Pa}] \quad 3.2.3.4$$

în care:

- φ este fracțiunea liberă din secțiunea grilei; această mărime se admite de obicei 0,01—0,05

- $w_0 = w / \varphi$ - viteza curentului în găurile grilei

-w - viteza curentului raportată la întreaga secțiune a aparatului, [m/s]

-C - coeficientul de rezistență al grilei, care depinde de raportul d_0/δ și care se determină din grafic

- d_0 - diametrul găurilor grilei, [m]

- δ - grosimea grilei, [m]

3.2.4. Viteza critică de fluidizare. Viteza reală de fluidizare

Se numește viteză critică sau viteză minimă de fluidizare, viteza la care rezistența stratului este egală cu greutatea stratului: la această viteză stratul fix trece în strat fluidizat. Viteza critică pentru un strat de particule sferice de același diametru se determină din ecuația:

$$\text{Re}_{cr} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}} \quad 3.2.4.1$$

Această ecuație a fost obținută pentru o porozitate medie a stratului fix $\varepsilon_0 = 0,4$ și dă erori $\pm 20\%$. În ecuația:

$$\text{Re}_{cr} = \frac{w_{cr} \cdot d}{\nu_m} \quad 3.2.4.2$$

Expresia analitică pentru criteriul lui Arhimede are forma

$$Ar = \frac{\text{Re}^2}{Fr} \cdot \frac{\rho - \rho_m}{\rho_m} = \frac{d^3 \cdot (\rho - \rho_m) \cdot g}{\nu_m^2 \cdot \rho_m} = \frac{d^3 \cdot (\rho - \rho_m) \cdot \rho_m \cdot g}{\eta^2} \quad 3.2.4.3$$

în care:

w_{cr} - este viteza critică a curentului, raportată la întreaga secțiune a aparatului, [m/s];

d - diametrul particulei, [m];

ρ, ρ_m - densitatea particulei și a mediului, [kg/m³],

ν_m - vâscozitatea cinematică a mediului, [m²/s];

η - vâscozitatea dinamică a mediului, [Pa·s].

Pentru gaze $\rho < \rho_m$:

$$Ar = \frac{d^3 \cdot \rho \cdot g}{\nu_m^2 \cdot \rho_m} \quad 3.2.4.4$$

Pentru particule de formă oarecare, viteza curentului se poate determina ținând seama de factorul de formă:

$$\Phi = \sqrt{0,207 \cdot \frac{S}{V^{2/3}}} \quad 3.2.4.5$$

în care:

-V este volumul particulei, în m³;

-S este suprafața particulei, în m².

În acest caz se admite că diametrul echivalent d_{ech} (în m) este:

$$d_{ech} = \Phi \cdot d_{sf} \quad 3.2.4.6$$

în care:

- d_{sf} este diametrul sferei (m) al cărei volum este egal cu volumul particulei:

$$d_{sf} = 1,24 \cdot \sqrt[3]{V} \quad 3.2.4.7$$

Pentru un strat polidispers, care constă din particule de diametre diferite:

$$d_{ech} = \frac{l}{\sum_i^n \frac{x_i}{d_i}} \quad 3.2.4.8$$

în care:

- n este numărul de fracții;
- d_i este dimensiunea medie a sitei pentru fracția i (adică media între dimensiunile a două site succesive);
- x_i este masa fracției i, în părți din unitate.

Cu ajutorul diagramei din figura 3.2.4.2 se determină viteza critică de fluidizare utilizând relația[44]:

$$w_{cr} = \sqrt[3]{\frac{(Li)_{cr} \cdot \vartheta_g \cdot \vartheta_s \cdot g}{\vartheta_g}} \quad 3.2.4.9$$

precum și indicele de fluidizare:

$$K_w = \sqrt[3]{\frac{Li}{(Li)_{cr}}}; Li = \frac{Re^3}{Ar} \quad 3.2.4.10$$

La mărirea vitezei w se produce expandarea (adică creșterea înălțimii și a porozității) stratului fluidizat. Înălțimea stratului fluidizat h (în m) este legată de înălțimea stratului fix h_0 prin relația:

$$h = \frac{1 - \varepsilon_0}{1 - \varepsilon} \cdot h_0 \quad 3.2.4.11$$

Porozitatea stratului fluidizat poate fi calculată cu formula:

$$\varepsilon = \left(\frac{18 \cdot Re + 0,36 \cdot Re^2}{Ar} \right)^{0,21} \quad 3.2.4.12$$

Raportul dintre viteza de lucru a gazului raportată la toată secțiunea aparatului și viteza critică se numește indice de fluidizare:

$$K_w = \frac{w}{w_{cr}} \quad 3.2.4.13$$

Viteza reală a curentului în secțiunea liberă dintre particulele stratului se determină cu expresia:

$$w_r = \frac{w}{\varepsilon} \quad 3.2.4.14$$

În figura 3.2.4.2. este reprezentat graficul relației $Li = f(Ar, \varepsilon)$ [18] pentru stratul fluidizat, de la $\varepsilon_0 = 0,4$ pînă la $\varepsilon = 1,0$. Graficul permite determinarea vitezei curentului w, necesară pentru atingerea unei porozități date la un strat fluidizat constituit din particule de diametru d cunoscut, sau se rezolvă problema invers.

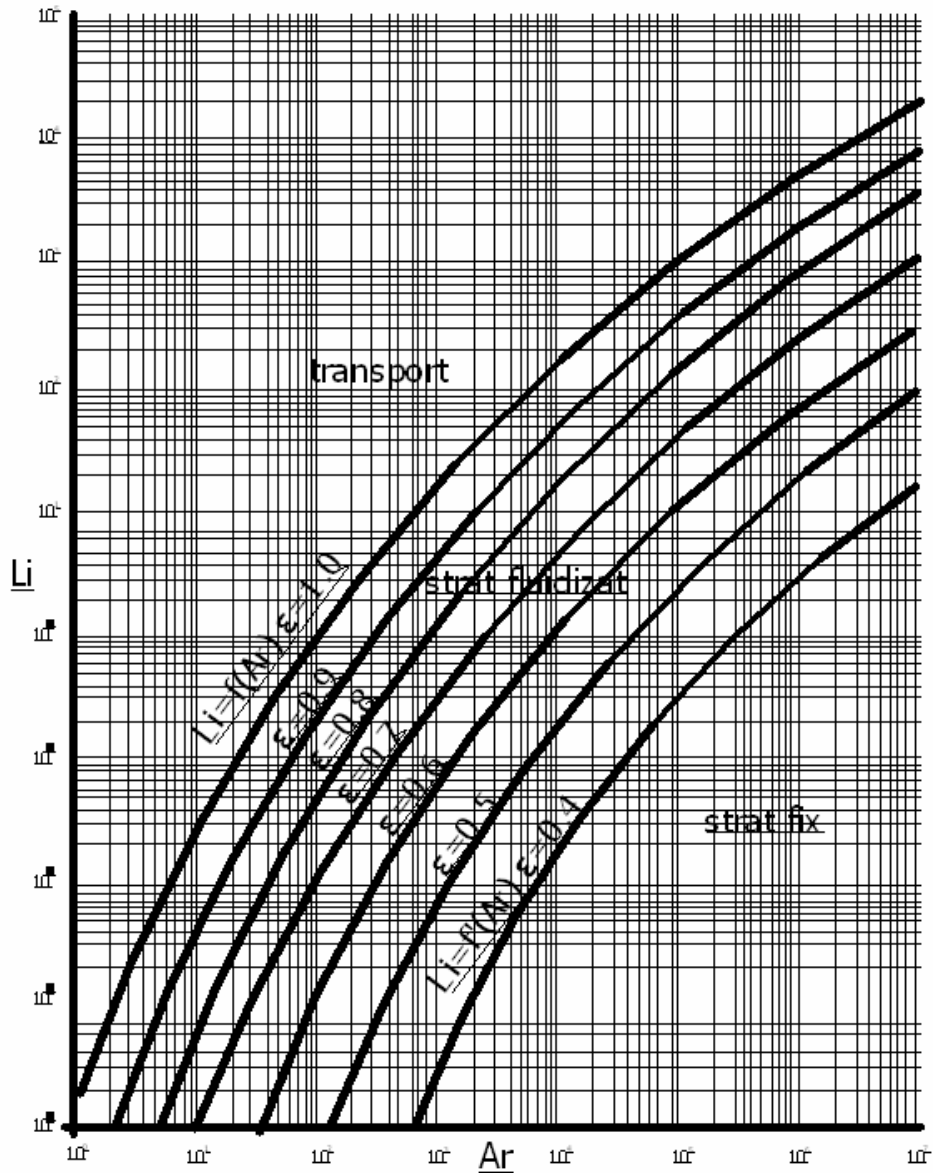


Figura 3.2.4.2. - Variația criteriului Li în funcție de criteriul Ar și de porozitatea ϵ a stratului[44].

Valoarea de lucru a criteriului Liașcenko se alege de la o porozitate a stratului fluidizat $\epsilon = 0.75$ în sus, deoarece pentru procesele de preuscare care are loc în prima perioadă, intensitatea procesului este cu atât mai mare cu cât viteza agentului de fluidizare este mai mare.

Capitolul 4

STUDII ASUPRA POTENȚIALULUI DE EXTRAGERE A UMIDITĂȚII DIN MASA DE SEMINȚE DE CĂTRE AERUL ATMOSFERIC, VEHICULAT LA PARAMETRI DE STARE AI MEDIULUI AMBIANT

4.1. IMPORTANȚA CUNOAȘTERII NIVELULUI DE ECHILIBRU HIGROSCOPIC ÎNTRE UMIDITĂȚILE INIȚIALE ALE AERULUI ATMOSFERIC ȘI A SEMINȚELOR

Uscarea semințelor, ca a oricăror materiale în general, se studiază pe baza considerațiilor asupra echilibrului dintre umiditatea conținută de material și umiditatea agentului de uscare.

Prin echilibrul umidității [52] dintre materialul umed și agentul de uscare (aerul atmosferic) se înțelege relația dintre umiditatea materialului și umiditatea agentului înconjurător, corespunzător căreia atât umiditatea materialului cât și a agentului rămân constante în timp, pentru o anumită temperatură constantă a sistemului. Această relație este redată printr-o curbă, în cadrul unei diagrame în care se reprezintă variația umidității "U" a materialului - pe axa ordonatei și, respectiv, variația umidității relative ϕ a agentului - pe axa absciselor.

Samânța este un produs higroscopic, cu alte cuvinte poate absorbi sau, din contră, pierde apă sub formă de vapori prin schimburi cu aerul, în funcție de caracteristicile higrometrice ale atmosferei înconjurătoare.

La o umiditate relativă dată a acesteia din urmă, corespunde un conținut în apă al semințelor numit "de echilibru". Acest echilibru higroscopic se poate obține atunci când aerul și semințele au aceeași temperatură. Pentru fiecare specie de semințe s-a putut stabili seria de curbe izoterme care reprezintă acest echilibru.

Sunt prezentate aici curbele de desorbție, adică de uscare, ale grâului, orzului, porumbului, orezului, stabilite de stațiunea I.N.R.A. de la Massy (CERDIA).

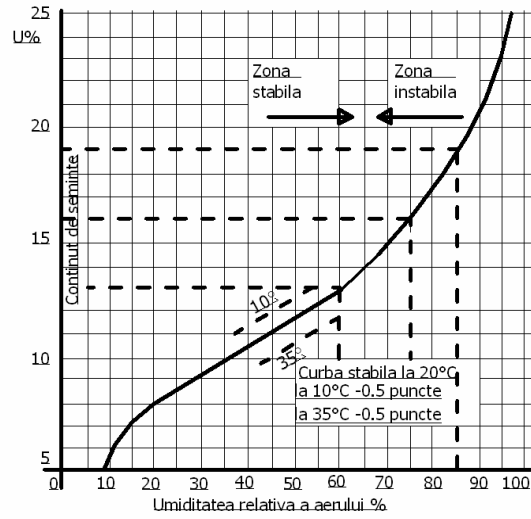


Figura 4.1.1 - Curba de echilibru AER-GRÂU[15].

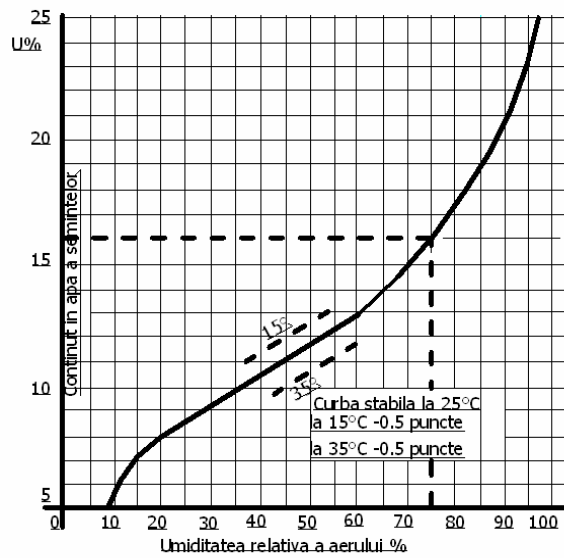


Figura 4.1.2 - Curba de echilibru AER-ORZ[14].

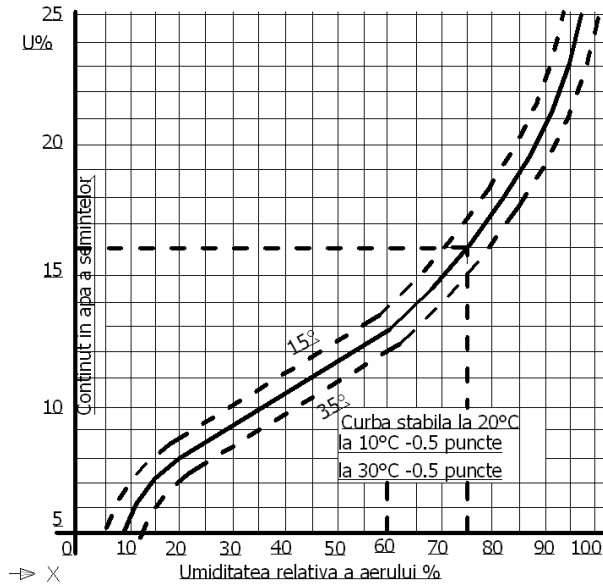


Fig. 4.1.3 - Curba de echilibru AER-PORUMB BOABE[15].

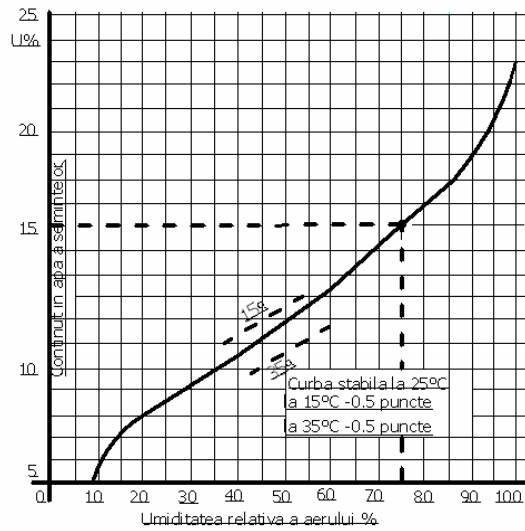


Figura 4.1.4 - Curba de echilibru AER - OREZ[15].

Fie de exemplu o masă de grâu depozitată cu umiditatea 16% și temperatura de 20°C. Dacă nu sunt aerate, semințele vor influența umiditatea relativă UR a atmosferei intergranulare. Invers, dacă se aerează această masă cu aer exterior având temperatura și umiditatea constante, umiditatea relativă a acestuia din urmă va influența conținutul final în apă al semințelor: cu aer la 60% U.R. uscarea grâului până la umiditatea de 13% este posibilă, în timp ce cu aer având 85% U.R. se poate prevedea o reumezire la 19%.

De notat că aceste fenomene de atingere a echilibrului prin intermediul aerării sunt excesiv de lente. Ordinul lor de mărime este de una până la două luni.

Poate fi făcută și o altă remarcă: umiditatea semințelor în câmp, la maturitate și înainte de recoltare, este la rândul ei determinată de condițiile higrometrice atmosferice; aceasta se poate observa în special la cerealele de vară (semințele de porumb, mai bine protejate, suferă acest fenomen cu o mai mică rapiditate toamna); variațiile umidității sunt foarte rapide, câteva ore fiind suficiente pentru a provoca uscarea sau reumezirea semințelor în câmp. Acestea sunt, deci, aceleași legi ale echilibrului, care se aplica în câmp.

Fiecare specie de semințe prezintă o curbă de echilibru aer-semințe diferită: astfel, pentru un aer la 20 °C și la 75% U.R., umiditățile de echilibru sunt următoarele: grâu 16%, orz 17%, porumb 15%, rapiță 11,0%, orez 14,5%.

În sfârșit, este de notat că, cu cât temperatura aerului cu care se efectuează aerarea sau uscarea este mai ridicată, cu atât punctul de echilibru se situează pe o izotermă mai coborâtă. La un aer cu 75% UR umiditatea de echilibru a grâului este de 16% la 20°C, 17% la 0°C și 15% la 40°C.

Invers, dacă un grâu depozitat într-un siloz are umiditatea 15%, umiditatea relativă de echilibru (U.R.E.) a aerului intergranular depinde de temperatura semințelor:

- la 40°C - U.R.E. = 77,5%
- la 30°C - U.R.E. = 74,0%
- la 20°C - U.R.E. = 71,0%
- la 10°C - U.R.E. = 67,5%
- la 0°C - U.R.E. = 63,0%

Microbiologii și fizico-chimiștii cerealieri au demonstrat că dezvoltarea mucegaiurilor și acțiunea enzimelor din semințe (catalizatori biologici care favorizează reacțiile chimice de descompunere a rezervelor alimentare) nu depind decât de umiditatea relativă de echilibru a mediului: la o U.R.E. inferioară valorii de 65-70%, acești factori dăunători sunt inhibați.

Aceasta înseamnă că semințele cu umiditate adusă „la standard”, de exemplu grâul cu umiditatea de 15%, nu se păstrează bine decât sub 10°C, și încă mai bine către 5°C. În acest fel este justificat scopul esențial al aerării: răcirea semințelor.

Echilibrul higroscopic este un echilibru dinamic în sensul că, dacă presiunea vaporilor de apă de la suprafața materialului devine mai mică decât presiunea parțială a vaporilor din aerul umed, atunci materialul se umezește prin absorbția vaporilor din aer; dacă presiunea vaporilor de apă de la suprafața materialului devine mai mare decât presiunea parțială a vaporilor din aerul umed, atunci materialul pierde umiditate și se usucă.

Având în vedere că în masa materialului supus uscării umiditatea nu este uniform distribuită, aceste curbe de echilibru higrometric (numite și izoterme de sorbție), au, în general, o valoare orientativă.

4.2. INFLUENȚA RAPORTULUI DINTRE CONȚINUTUL DE UMIDITATE ȘI TEMPERATURA MASEI DE SEMINȚE ASUPRA DURATEI DE PĂSTRARE

Sub acest aspect, literatura de specialitate [15] prezintă foarte sugestiv influența acestui raport asupra delimitării zonelor de bună păstrare, respectiv de favorizare a apariției diversilor factori fizico-biologici ce pot afecta starea de sănătate a semințelor (fig.4.2.1).

Această diagramă, stabilită în Anglia de către Ministerul Agriculturii se referă la cerealele de vară (grâu moale, grâu tare, orz, ovăz, secară), precum și la semințele de porumb uscate sau semi-uscate; ea indică natura riscurilor la care acestea sunt expuse, în funcție de conținutul în apă al semințelor și de temperatura la care sunt păstrate [15].

La peste 15 °C (temperatura atinsă de masa de semințe), există întotdeauna riscul unei proaste păstrări; dacă sămânța este umedă (conținut în apă mai mare de 16%) intervine dezvoltarea mucegaiurilor și pierderea puterii germinative, iar dacă sămânța este relativ uscată (conținut în apă mai mic de 14%) există întotdeauna riscul infestării cu insecte.

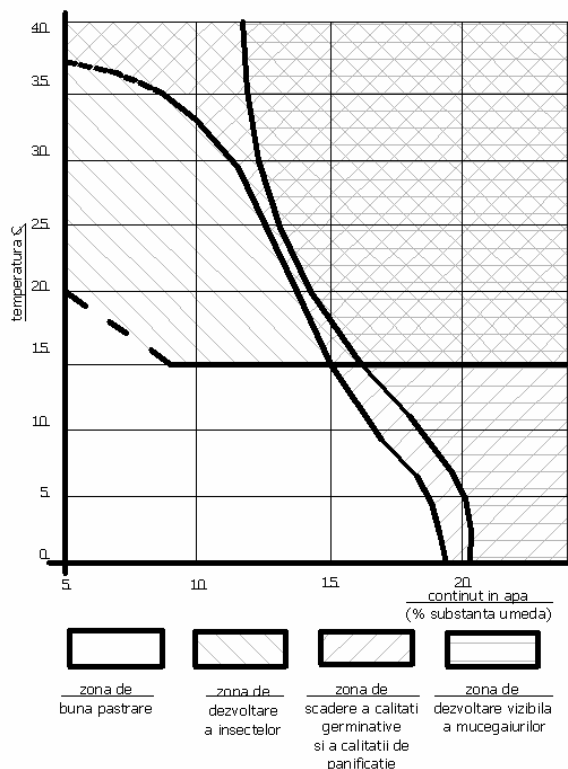


Figura 4.2.1 - Diagrama generală a păstrării cerealelor[15].

Consecința practică este că trebuie să existe întotdeauna interesul menținerii temperaturii sub 15 °C atunci când umiditatea semințelor este în jur de 15%. Această diagramă indică de asemenea că sămânța umedă este puțin stabilă și că ea se strică foarte repede din momentul în care temperatura sa depășește 10°C. Se poate admite că peste 16% umiditate și în condiții de vară, sămânța nu poate fi

păstrată ca atare, fără intervenții. Este de notat în plus că, chiar la temperaturi foarte coborâte, semințele a căror umiditate este mai mare de 20% nu sunt ferite de depreciere datorită dezvoltării mucegalurilor.

4.3. CONTRIBUȚII LA STRUCTURAREA UNEI NOMOGRAME DE CORELARE A PARAMETRILOR DE STARE AI AERULUI ȘI A SEMINTELOR DE CEREALE

În cele ce urmează se propune prezentarea într-o formă sistematizată, ușor accesibilă pentru specialiștii din exploatare, a tuturor parametrilor de stare ai aerului și semințelor în grafice, în care se corelează toți acești parametri. Este o soluție mult mai comodă decât folosirea unui număr mare de tabele și grafice, dispersate într-un număr mare de lucrări, în funcție de aspectul de care s-a ocupat fiecare autor.

Prin folosirea tabelelor 4.3.1. și 4.3.2. și a diagramelor referitoare la stabilirea duratei de păstrare a produselor s-a reușit alcătuirea unei nomograme în trei cadrane care permite citirea:

- Umidității relative a aerului, în funcție de temperatura termometrului umed și temperatura termometrului uscat;
- Umidității de echilibru a produselor, în funcție de umiditatea relativă a aerului și temperatura produsului;
- Duratei de păstrare, în zile, în funcție de umiditatea de echilibru a produselor și temperatura acestora.

Tabelul 4.3.1.

Umiditatea de echilibru a semințelor în funcție de umiditatea relativă a aerului și temperatura acestora [15]

UR (%)	Temp. prod Grâu, °C					Temp. Prod Orz, °C					Temp. prod Soia, °C					Temp. prod Floarea-soarelui, °C				
	-10	0	10	20	30	-10	0	10	20	30	-10	0	10	20	30	-10	0	10	20	30
20	9,1	8,7	8,3	7,8	7,4	8,6	8,2	7,9	7,5	7,1	6,0	5,8	5,6	5,4	5,0	5,3	5,1	4,9	4,7	4,6
25	9,8	9,4	9,0	8,5	8,1	9,4	9,0	8,6	8,3	7,8	6,5	6,3	6,1	5,9	5,3	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7
30	1,5	10,1	9,6	9,2	8,8	10,3	9,9	9,5	9,1	8,5	7,2	6,9	6,6	6,4	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8
35	11,1	10,7	10,3	10,0	9,5	10,9	10,5	10,1	9,7	9,3	7,6	7,3	7,0	6,7	6,1	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9
40	11,6	11,2	10,9	10,7	10,2	11,5	11,1	10,7	10,3	10,0	8,0	7,7	7,4	7,1	6,4	5,8	5,5	5,5	5,3	5,0
45	12,2	11,8	11,5	11,3	10,8	12,2	11,7	11,2	10,8	10,4	8,7	8,2	7,7	7,5	6,8	6,2	6,0	5,8	5,5	5,2
50	12,7	12,4	12,0	11,8	11,4	12,8	12,3	12,8	11,3	10,9	9,1	8,7	8,3	8,0	7,2	6,7	6,3	6,0	5,7	5,5
55	13,2	12,9	12,6	12,4	11,9	13,3	12,8	12,3	11,9	11,4	9,5	9,2	8,9	8,7	8,0	7,2	6,9	6,6	6,3	5,9
60	13,7	13,5	13,3	13,1	12,5	13,7	13,3	13,9	12,5	11,9	9,8	9,7	9,6	9,5	8,9	7,7	7,5	7,3	7,0	6,3
65	14,5	14,2	14,0	13,7	13,2	14,3	13,9	13,5	13,1	12,5	11,1	10,8	10,5	10,2	9,7	8,1	7,8	7,6	7,3	6,8
70	15,3	15,0	14,7	14,3	14,0	14,9	14,5	14,1	13,7	13,1	12,3	11,9	11,5	11,0	10,6	8,5	8,2	7,9	7,5	7,2
75	16,2	15,8	15,5	15,1	14,8	16,0	15,5	15,0	14,5	13,9	14,4	14,0	13,6	13,1	12,5	9,2	8,9	8,5	8,2	7,6
80	17,1	16,7	16,3	16,8	15,7	17,3	16,6	15,9	15,2	14,7	16,7	16,2	15,7	15,3	14,5	9,3	9,5	9,3	9,1	8,5
85	19,4	18,9	18,4	18,0	17,5	18,6	17,9	19,2	16,4	15,9	19,1	18,8	18,5	18,1	18,3	10,3	10,7	10,4	10,1	9,8
90	21,7	21,2	20,5	20,0	19,3	20,0	19,2	18,4	17,6	17,1	21,8	21,5	21,2	20,9	20,1	12,3	11,9	11,6	11,3	11,0

Tabelul 4.3.2.
Umiditatea relativă a aerului în funcție de T_u și diferența $T_s - T_u$ [15]

Indicații ale termometrului umed °C	Diferența dintre temperatura termometrului umed și uscat °C																				
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
-10	91	75	58	44																	
-8	92	78	65	51	38																
-6	94	82	69	58	46	36															
-4	96	85	73	63	53	45	36														
-2	98	88	78	69	60	52	44	36													
0	100	90	81	73	64	57	51	43	36	31	26	20	16	11	7	3					
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	18	15	11	7					
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	36	31	26	23	18	14	10					
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	26	21	17	13	10				
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14	11			
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17	13	10		
6	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33	29	26	22	19	16	13	10	
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22	18	15	12	11
8	100	92	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25	21	18	15	14
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27	24	21	18	17
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28	26	23	21	19
11	100	94	88	82	77	72	67	62	59	55	50	47	43	40	36	33	30	28	25	23	20
12	100	94	89	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32	30	27	25	22
13	100	94	89	83	78	73	69	64	61	57	53	50	46	43	40	37	34	32	29	27	24
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29	26
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31	28
16	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32	30
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34	31
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37	34
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38	36
21	100	95	91	86	83	79	76	71	68	65	63	59	56	54	51	49	46	44	41	39	37
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47	45	42	40	38
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	46	43	41	39
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49	47	44	42	40
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54	52	50	47	45	44	42
26	100	96	92	88	85	81	78	75	71	69	65	63	60	58	55	53	51	49	47	45	43
27	100	96	92	89	85	82	78	75	72	69	66	64	61	59	56	54	52	50	48	46	44
28	100	96	92	89	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53	51	49	47	45

În figura 4.3.1. este ilustrată această nomogramă cu un exemplu de citire a parametrilor menționați mai sus.

Astfel, dacă temperatura termometrului uscat indicată este $T_s = 25^{\circ}\text{C}$, iar a termometrului umed $T_u = 20^{\circ}\text{C}$ vom găsi umiditatea relativă a aerului $\phi = 61\%$. Dacă temperatura produsului este $T_p = 20^{\circ}\text{C}$ rezultă umiditatea de echilibru $U = 15,2\%$.

Mergând mai departe și căutând în cadranul III al nomogramei, corespunzător temperaturii de 10°C a produsului vom găsi durata de păstrare a produsului de 170 de zile.

Această nomogramă a fost construită pentru grâu dar la fel de bine poate fi construită pentru fiecare cultură în parte.

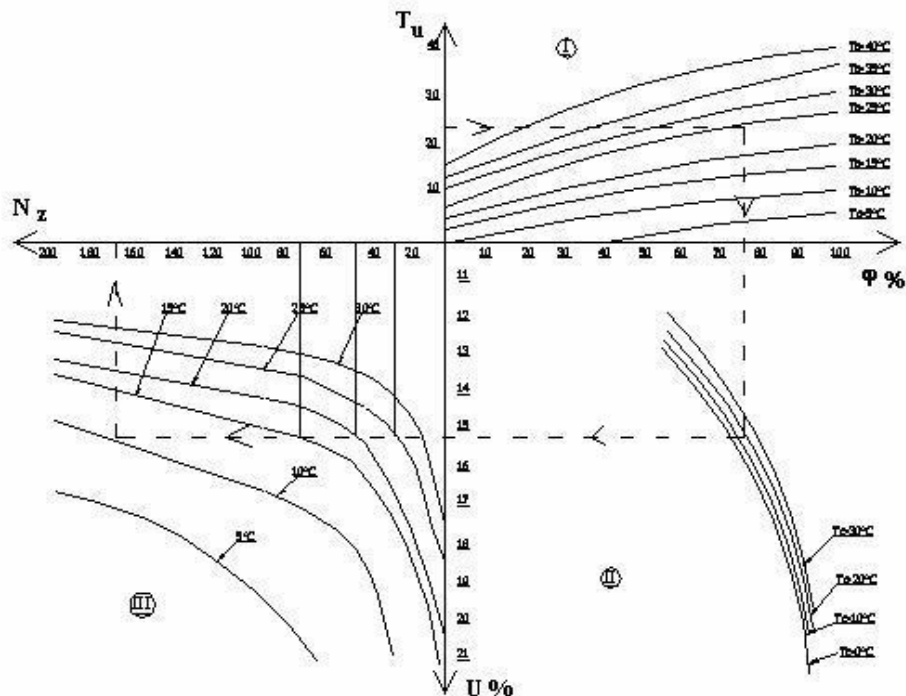


Fig. 4.3.1. - Nomograma parametrilor stării aer-semințe și stabilirea duratei minime de conservare a semințelor de cereale.

Folosirea acesteia este foarte simplă, oferind o posibilitate foarte rapidă de stabilire a umidității relative a aerului, a umidității de echilibru a produselor și a duratei de păstrare a acestora fără pericolul de depreciere a calității lor. Toate aceste valori pot fi obținute având la îndemână un termometru uscat și un termometru umed (psihrometru Assmann).

4.4. STUDII PENTRU STABILIREA POSIBILITĂȚII DE EXTRAGERE A UMIDITĂȚII ȘI A EVOLUȚIEI LIMITELOR CANTITATIVE ALE ACESTEIA, LA USCAREA SEMINȚELOR CU AER LA TEMPERATURA MEDIULUI AMBIANT

4.4.1. Verificarea posibilității de extragere a umidității din semințe, folosind diagrame de corelare a parametrilor de stare dintre semințele de cereale și aerul atmosferic

Se impune să stabilim umiditatea relativă a semințelor sau a aerului atmosferic și prin compararea acestor valori cu umiditatea relativă ce se găsește în echilibrul higrometric cu umiditatea relativă corespunzătoare unei anumite temperaturi, se stabilește dacă se poate face extragerea umidității sau nu.

4.4.1.1. Folosirea diagramei VNIIZ (Institutul pentru cercetarea semințelor)

În acest scop se folosesc una din următoarele două metode:

- Diagrama VNIIZ și indicațiile psihrometrului

- Diagrama i-x și indicațiile psihrometrului.
- Aeronomograma din figura de mai jos este realizată în două variante distincte:
- Pentru preuscarea produselor cu aer atmosferic cu temperatura, T_s sub 0°C
 - Pentru preuscarea produselor cu aer atmosferic cu temperatura, T_s peste 0°C
- În ambele variante aeronomograma este formată din trei scări de temperatură (T_s , T_u și T_p) și două scări de umiditate (U_a și U_e).
- Scările T_s și T_u respectiv temperaturile aerului atmosferic în $^{\circ}\text{C}$, determinate cu ajutorul a două termometre, uscat (T_s) și umed (T_u), după metoda psihrometrică. Scara (U_a) se referă la umiditatea absolută a aerului atmosferic și este etalonată în mm coloană de mercur. Scara (T_p), înclinată, se referă la temperatura, în $^{\circ}\text{C}$, a unei mase de boabe (produs). Scara (U_e), determină umiditatea de echilibru a produselor și este etalonată în procente (%).
- Pe un psihrometru amplasat în aer liber, la umbră, se citesc temperaturile T_s și T_u în $^{\circ}\text{C}$ ale aerului atmosferic.
- Direcția x-x determinată de cele două valori (T_s și T_u) stabilește pe scara U_a , valoarea umidității absolute a aerului atmosferic.
- Cu ajutorul unui termometru (termosondă) se stabilește valoarea medie a temperaturii produsului (T_p), în $^{\circ}\text{C}$ determinată în zona de aerare.
- Direcția y-y determinată de cele două valori (U_a și T_p) stabilește pe scara U_e valoarea umidității de echilibru a produsului sondat în %.
- Numai dacă umiditatea produsului este mai mare decât umiditatea de echilibru, aerarea se execută corect.
- Exemplu:
- Pentru situația descrisă în figura 4.4.1.1a
 - dacă aerul atmosferic este caracterizat prin: $T_s = -7^{\circ}\text{C}$ și $T_u = -9^{\circ}\text{C}$, rezultă din diagrama $U_a = 1,1$.
 - dacă produsul este caracterizat prin $T_p = -5^{\circ}\text{C}$ (și $U_p = 16\%$) rezultă din diagrama $U_a = 10,5\%$.

Concluzia: $U_p = 16\%$, mai mare decât $U_e = 15\%$, deci aerarea se execută corect.
 - Pentru situația descrisă în figura 4.4.1.1b
 - dacă aerul atmosferic este caracterizat prin $T_s = 25^{\circ}\text{C}$ (și) $T_u = 20^{\circ}\text{C}$ rezultă din diagrama $U_a = 14,5$.
 - dacă produsul este caracterizat prin $T_p = 30^{\circ}\text{C}$ și $U_p = 16\%$ rezultă din diagramă $U_e = 11,2\%$.

Concluzia: $U_p = 16\%$, mai mare decât $U_e = 11,2\%$ deci aerarea este executată corect.

U_p – umiditatea medie a produsului determinată în zona de aerare.

Dacă umiditatea relativă a semințelor măsurată la umidometru are valoare egală sau mai mică decât valoarea citată în diagramă, aerarea nu se poate face deoarece există pericolul umezirii suplimentare prin formarea unui gradient al umidității de la aer către semințe.

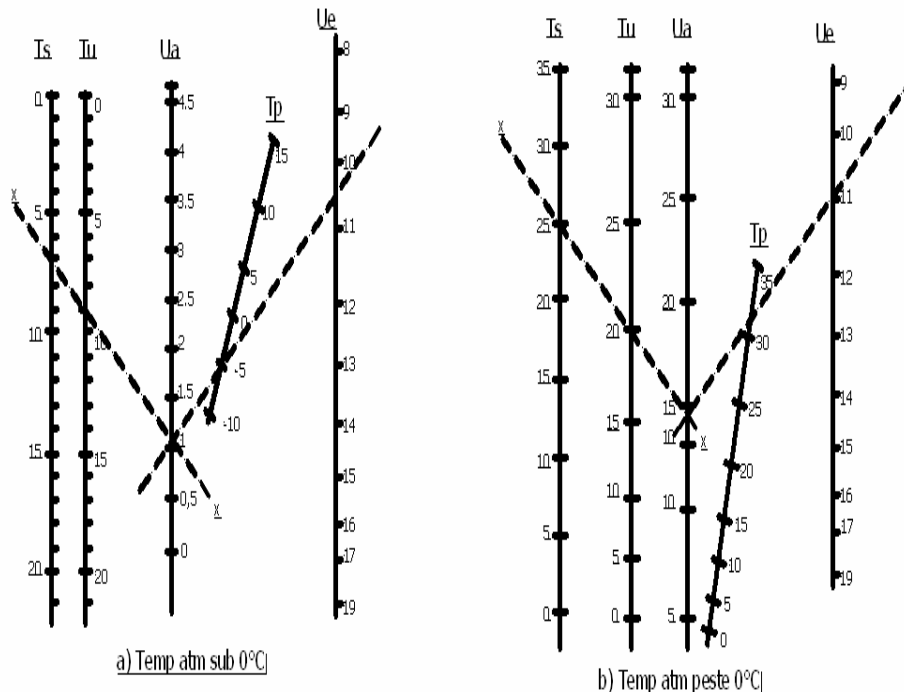


Figura 4.4.1.1 – Aeronomograma VNIIZ pentru determinarea posibilităților de aerare[9].

4.4.1.2. Citiri în diagrama i-x

Prin citirile în diagrama i-x se urmărește, spre deosebire de citirile în diagrama VNIIZ, aflarea umidității relative a aerului atmosferic și compararea acestei valori cu valoarea umidității relative de echilibru a aerului. În acest scop, este nevoie să dispunem de indicațiile termometrului uscat T_{us} și a termometrului umed T_u . Exemplu figura 4.4.1.2.

Citirile se fac în următoarea ordine:

1. se fixează (se înseamnă) pe diagramă temperatura aerului corespunzătoare indicației T_u (punctul 1)
2. se fixează pe diagramă temperatura aerului corespunzătoare indicației T_{us} (punctul 2)
3. se prelungeste T_u până atinge curba $\phi = 100\%$ și se notează intersecția (punctul 3)
4. se duce o paralelă la izoentalpii până ce această paralelă intersectează dreapta corespunzătoare T_s . Punctul de intersecție se notează (punctul 4). Curba umidității relative a aerului umed care trece prin acest punct ne dă valoarea căutată.
5. se compară valoarea acestei umidități cu umiditatea de echilibru a aerului și dacă valoarea citită este mai mică decât valoarea umidității de echilibru din table (citită în tabel pentru o anumită temperatură a produsului), aerarea se

poate face, deoarece aerul atmosferic poate primi umiditatea de la semințe până ajunge la valoarea umidității de echilibru higrometric.

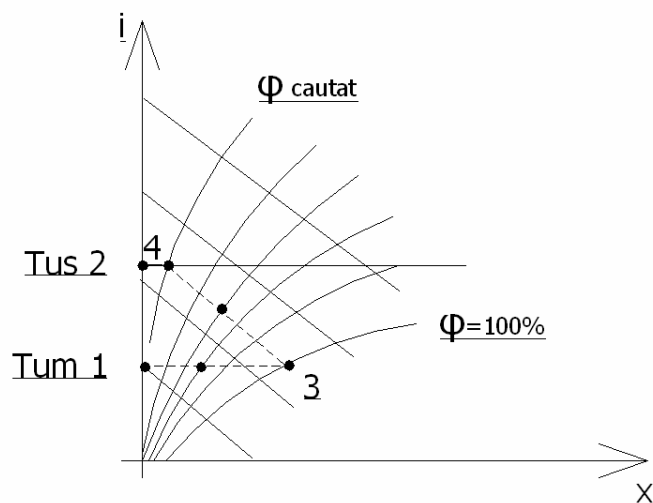


Fig. 4.4.1.2 – Derularea procesului teoretic și real de răcire a semințelor.

4.4.2. Studiul bilanțului de materiale în procesul de prelucrare a umidității semințelor

Preuscarea practică asupra unor loturi mici de cereale de vară recoltate umede, are drept scop menținerea semințelor la o temperatură suficient de scăzută, realizând totodată o uscare lentă. Această aplicație poate fi combinată cu aerarea în vederea răcirii produselor.

Stabilirea parametrilor procentului de reducere a umidității.

Se notează cu :

U_{s1} – este umiditatea relativă inițială a semințelor în procente

U_{s2} – este umiditatea relativă finală a semințelor, adică UR de păstrare, în procente

Cantitatea de semințe supuse aerării este G_s în tone. Înseamnă că materialul supus aerării vehiculează următoarea cantitate de apă $W[10]_1$:

$$W_1 = \frac{G_{s1} \cdot U_{s1}}{100} \quad [\text{kg apă}] \quad 4.4.2.1$$

După efectuarea aerării, umiditatea materialului $U_{s2} < U_{s1}$, înseamnă că conținutul de apă în cele G_s kg de material va fi:

$$W_1 = \frac{G_{s2} \cdot U_{s2}}{100} \quad [\text{kg apă}] \quad 4.4.2.2$$

În aceste condiții, cantitatea de apă W evacuată la aerare din masa materialului este:

$$W = W_1 - W_2 = \frac{G_{s1} \cdot H_1 - G_{s2} \cdot H_2}{100} \text{ [kg apă]} \quad 4.4.2.3$$

Pentru a exprima W în funcție de parametrii inițiali cunoscuți, relația se supune următoarelor transformări succesive:

$$G_{s1} - G_{s1} \cdot \frac{U_{s1}}{100} = G_{s2} - G_{s2} \cdot \frac{U_{s2}}{100} \quad 4.4.2.4$$

$$G_{s2} = G_{s1} \cdot \frac{100 - U_{s1}}{100 - U_{s2}} \quad 4.4.2.5$$

$$W = G_{s1} - G_{s1} \cdot \frac{100 - U_{s1}}{100 - U_{s2}} \quad 4.4.2.6$$

Rezultă că:
$$W = G_s \cdot \frac{U_{s1} - U_{s2}}{100 - U_{s2}} \text{ [kg apă]} \quad 4.4.2.7$$

Se citește în diagrama i - x diferența $x_2 - x_1$ corespunzătoare lui ϕ inițial și ϕ echilibrat și se calculează consumul specific de aer „ l ”. Exemplu figura 4.3.2.1

$$l = \frac{10^3}{x_2 - x_1} = \frac{L}{W_a} \text{ relație finală} \quad 4.4.2.8$$

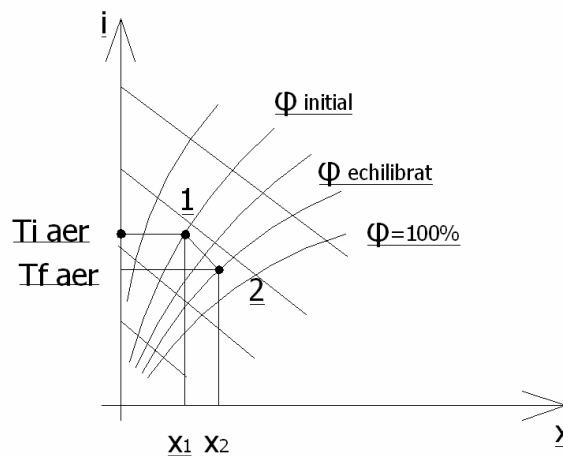


Figura 4.4.2.1 Determinarea x_1 și x_2

Se calculează cantitatea de aer necesară L pentru extragerea umidității W_a [kg].

Dacă se cunoaște cantitatea L de aer insuflată, iar x_1 (gr/kg aer uscat) este

conținutul de umiditate al acesteia rezultă că se introduce cantitatea $L \cdot \frac{x_1}{1000}$ kg

apă. La sfârșitul aerării (la ieșirea aerului din masa de produs) aerul va avea conținutul de umiditate x_2 , respectiv cantitatea de apă conținută în aerul de uscare

va fi $L \cdot \frac{x_2}{1000}$ kg apă.

Cantitatea totală de umiditate care pătrunde în camera de uscare prin aerare este egală cu cea care iese și deci:

$$\frac{G_{s1} \cdot U_{s1}}{100} + L \cdot \frac{x_1}{1000} = \frac{G_{s2} \cdot U_{s2}}{100} + L \cdot \frac{x_2}{1000} \quad 4.4.2.9$$

$$\text{Deoarece} \quad \frac{G_{s1} \cdot U_{s1}}{100} - \frac{G_{s2} \cdot U_{s2}}{100} = L \cdot \left(\frac{x_2}{1000} - \frac{x_1}{1000} \right) \quad 4.4.2.10$$

$$\text{iar} \quad \frac{G_{s1} \cdot U_{s1} - G_{s2} \cdot U_{s2}}{100} = W_a \quad 4.4.2.11$$

$$\text{Rezultă că,} \quad L = \frac{1000 \cdot W_a}{x_2 - x_1} \text{ [kg]} \quad 4.4.2.12$$

Iar consumul specific de aer uscat este:

$$l = \frac{L}{W} = \frac{1000}{x_2 - x_1} \cdot \left[\frac{Kgaeruscata}{kgumiditate} \right] \quad 4.4.2.13$$

Din relația de calcul a necesarului de aer rezultă că acesta este invers proporțional cu conținutul de umiditate al acestuia la ieșirea din instalația de aerare. Această cantitate de aer se poate reduce dacă materialul permite, prin mărirea temperaturii (t) și prin micșorarea umidității relative.

Cantitatea de aer necesară în m^3 se obține dacă se împarte valoarea obținută mai sus la masa volumetrică ρ_a [kg / m^3] și rezultă

$$L_{nec} = \frac{L}{\rho_a} \text{ [m}^3\text{]} \quad 4.4.2.14$$

Cunoscând debitul ventilatorului folosit pentru aerare Q_v [m^3/h] se stabilește durata aerării:

$$\tau_a = \frac{L_{nec}}{Q_v}, \text{ [ore]} \quad 4.4.2.15$$

4.4.3. Studiul procesului de aerare în vederea răcirii semințelor

Aerarea în scopul răcirii se efectuează asupra cerealelor aduse la condițiile impuse de STAS în stare definitivă de păstrare, deci cu umiditatea cuprinsă între 14-16%. Aerarea este aplicată în doze mai mult sau mai puțin frecvente, fie pentru a remedia un început de încingere, fie pentru răcirea progresivă a semințelor, în trepte succesive, de fiecare dată când temperatura mediului ambiant o permite; această ultimă concepție despre aerare, cu siguranță cea mai bună pentru menținerea calității în cazul unei păstrări de lungă durată, impune în consecință, cunoașterea continuă a temperaturii semințelor și aerului exterior; ea presupune deci un minim de echipament pentru măsurarea temperaturii în interiorul celulelor de păstrare și a magaziiilor.

Stabilirea posibilităților de efectuare a aerării

Se notează:

Tia – temperatura inițială a aerului

Tis – temperatura inițială a semințelor

Tfs – temperatura finală a semințelor.

Pentru ca procesul de aerare în vederea răcirii să se poată desfășura este necesar ca totdeauna $Tia < Tis$. Temperatura finală a semințelor Tfs este impusă de curba umidității relative de echilibru a aerului. Direcția de desfășurare a procesului este în funcție de raportul în care se găsește umiditatea relativă inițială a aerului față de umiditatea relativă a aerului care se găsește în echilibru higrometric cu umiditatea relativă a semințelor[57].

Analiza situației în care $Tia > Tfs$, iar $\varphi_{ia} < \varphi_{ech}$ (figura 4.4.3.1)

Această situație se întâlnește în cazul aerării în timpul zilei cu aer uscat și cald.

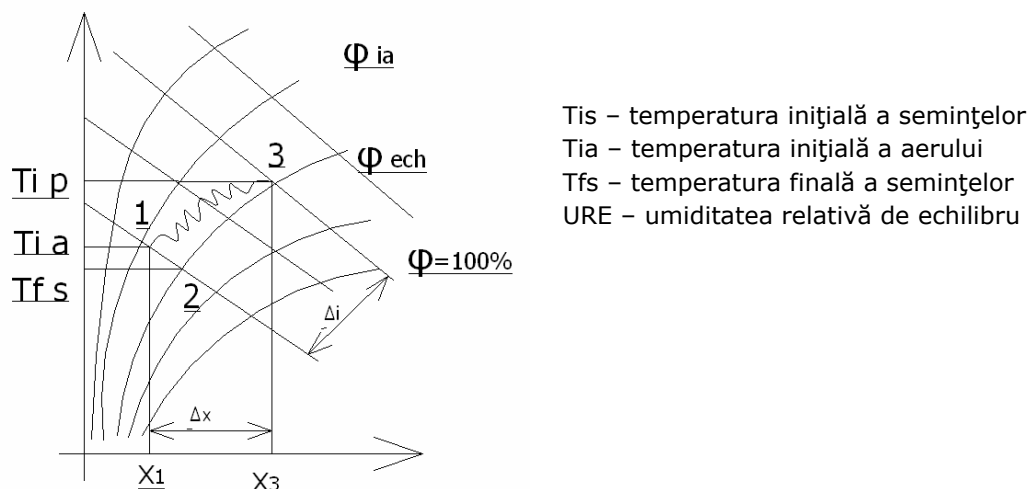


Figura 4.4.3.1 – Derularea procesului teoretic și real de răcire a semințelor pentru $T_{ia} > T_{fs}$ și $\varphi_{ia} < \varphi_{en}$ [57].

Atunci când aerul (temperatura T_{ia} - 1) este utilizat la răcirea semințelor calde (cazul tipic de aerare a cerealelor după recoltare, sau cazul particular al draierării), punctul caracteristic al aerului care traversează masa de smințe se deplasează mai întâi după o dreapta izentalpică, iar în porțiunea de semințe deja răcite punctele 1-2 din figură; apoi o dreaptă corespunzătoare aceleiași umidități relative în zona de tranziție între semințele răcite și cele care încă mai sunt calde: punctul caracteristic al aerului evaluează până la un punct situat la intersecția curbei reprezentând umiditatea relativă de echilibru a produsului, cu temperatura sa uscată inițială (punctul 3).

După cum umiditatea relativă a aerului este inferioară, egală sau superioară umiditatea relativă de echilibru a semințelor, temperatura finală de răcire a semințelor (T_{fs})-temperatura izoentropică de echilibru - este:

- Inferioară temperaturii aerului ($t_2 < t_1$): este efectul așa-numit de "suprarăcire" în figură răcirea reală ($t_3 - t_2$) este superioară răcirii potențiale ($t_3 - t_1$);
- Egală cu temperatura aerului ($t_2 = t_1$); aici răcirea reală ($t_3 - t_2$) este egală cu răcirea potențială ($t_3 - t_1$).

Analiza situației în care $T_{ia} < T_{fs}$, iar $\varphi_{ia} > \varphi_{ech}$ (figura 4.4.3.2)

Această situație se întâlnește în cazul aerării efectuate noaptea, când aerul este mai rece decât ziua dar și mai umed. În diagrama i-x, produsul se desfășoară conform schemei:

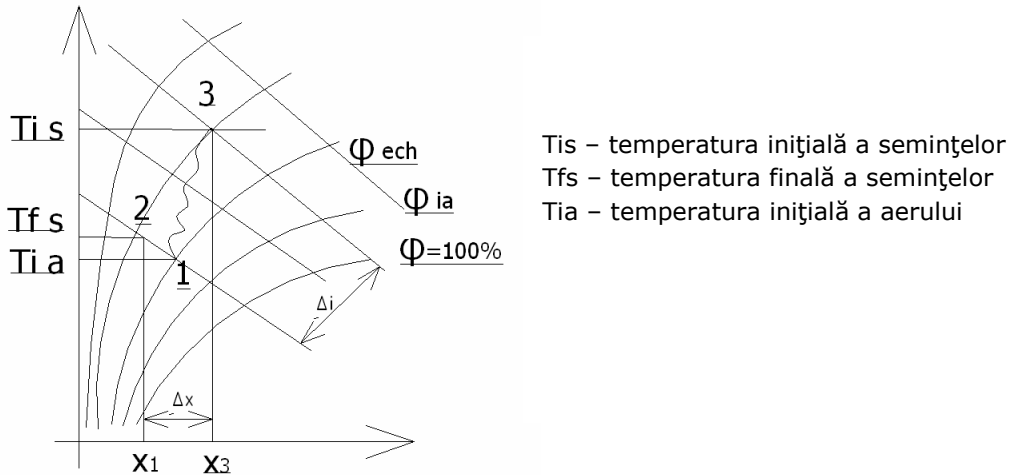


Figura 4.4.3.2 – Derularea procesului teoretic de răcire a semințelor pentru situația $T_{ia} < T_{fs}$, $\varphi_{ia} > \varphi_{eh}$ [57].

Temperatura finală de răcire a semințelor (t_2) temperatura izoentalpică de echilibru este superioară temperaturii aerului ($t_2 > t_1$): este efectul numit de „subrăcire”; aici răcirea reală ($t_3 - t_2$) este inferioară răcirii potențiale ($t_3 - t_1$). Pe timpul nopții umiditatea relativă a aerului este mai mare de 70-75% pentru semințe.

Este de reținut că în aproape toate cazurile de răcire prin aerare există tendința unei ușoare uscări și nu a umezirii produsului.

Aerarea în timpul nopții, în condițiile unei umidități relative care poate fi ridicată, este nu numai posibilă ci chiar recomandabilă, contrar unor prejudecăți, se limitează astfel efectul de uscare prin răcire.

4.4.4. Stabilirea parametrilor procesului de reducere a temperaturii semințelor utilizând aerul atmosferic

Cantitatea de căldură ce trebuie extrasă din masa de semințe G_s pentru a scădea temperatura acestei mase de la T_{is} la T_{fs} , se calculează cu relația [57]:

$$Q_c = c_s \cdot G_s \cdot (T_{is} - T_{fs}) \quad 4.4.4.1$$

în care:

c_s – este capacitatea termică masică a semințelor

Această cantitate de căldură trebuie vehiculată de aerul folosit pentru ventilare la un volum V_a , cu căldura specifică c_a , adică

$$Q_a = c_a \cdot V_a \cdot (T_{is} - T_{fs}) \quad 4.4.4.2$$

Din egalarea acestor cantități de căldură rezultă volumul de aer necesar adică:

$$c_s \cdot G_s \cdot (T_{is} - T_{fs}) = c_a \cdot V_a \cdot (T_{is} - T_{fs}) \quad 4.4.4.3$$

de unde:

$$V_a = \frac{c_s}{c_a} \cdot G_s \quad [\text{m}^3 \text{ aer}] \quad 4.4.4.4$$

Înlocuind în această relație valorile corespunzătoare pentru c_s și c_a și măbind cu 20% necesarul de aer ca urmare a unei distribuții neuniforme a aerului prin masa de semințe rezultă:

$$V_a = 2000 \cdot G_s \text{ [m}^3 \text{ aer]} \quad 4.4.4.5$$

în care G_s este exprimat în tone.

Timpul pentru aerare se calculează cu raportul:

$$\tau_a = \frac{V_a}{Q_v}, \text{ în ore} \quad 4.4.4.6$$

în care Q_v este debitul ventilatorului [$\text{m}^3/\text{oră}$].

4.4.5. Concluzii

Direcția de desfășurare a procesului de răcire este în funcție de raportul dintre umiditatea relativă a aerului φ_{ia} și umiditatea de echilibru φ_{ech} care reprezintă echilibrul higrometric aer-semințe.

În consecință, pot apărea două situații:

- situația I, când $T_{ia} > T_{fs}$; I $\varphi_{ia} < \varphi_{ech}$
- situația II, când $T_{ia} < T_{fs}$; I $\varphi_{ia} > \varphi_{ech}$

Analizând aceste două situații se constată:

- situația I apare în cazul aerării în decursul sezonului cu aer uscat și cald; în acest caz se extrag din semințe căldura Δi și umiditatea Δx ;
- situația a II-a apare în cazul aerării în decursul sezonului rece sau în timpul nopții când aerul este mai rece și mai umed; în acest caz se extrage o cantitate redusă de căldură Δi și de asemenea, o cantitate redusă de umiditate Δx .

Situația I este recomandată pentru răcirea prin aerare a semințelor de cereale caracterizate printr-un început de proces de încălzire când ele au umiditate în exces și trebuie aduse la starea de uscare.

Situația a II-a este recomandată pentru răcirea prin aerare a semințelor aduse în condițiile STAS și destinate conservării prin punerea la adăpost, în acest caz, extragerea umidității este redusă și condiționează conservarea calității semințelor.

PARTEA A DOUA

**CONTRIBUȚII LA CONCEPEREA,
PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNEI
INSTALAȚII MOBILE
PENTRU PRECURĂȚIREA ȘI PREUSCAREA
SEMINȚELOR DE CEREALE CU AER LA
TEMPERATURA AMBIANTĂ**

Capitolul 5

CERINȚE TEHNICO-TEHNOLOGICE ȘI CONSTRUCTIV FUNCȚIONALE FAȚĂ DE O INSTALAȚIE MOBILĂ PENTRU CONDIȚIONAT SEMINȚE

5.1. DOMENIUL DE UTILIZARE AL INSTALAȚIEI

Realizarea unei instalații mobile de precurățire și preuscare a amestecurilor de semințe proaspăt recoltate cât și posibilitatea de a se interveni eficace în cazul apariției cuiburilor de încălzire în magazii, impune modernizarea și simplificarea actualelor tehnologii de înmagazinare și păstrare a semințelor în silozuri și magazine.

Intercalarea ei în linia tehnologică de relee de transport a amestecului de semințe de la platforma de descărcare până la buncărele de înmagazinare sau magazine, elimină procesul de uscare prin solarizare pe platformă, proces ce se execută actualmente într-o formă deosebit de rudimentară, cu un consum ridicat de manoperă și cu deprecierea considerabilă a semințelor.

O astfel de instalație trebuie să asigure preluarea cerealelor recoltate în flux continuu, fără staționare pe platformele de solarizare și să transfere spre releele de utilaje destinate înmagazinării un produs mai curat, din care, principalul component umez, pleava, a fost în bună măsură eliminat.

Simplitatea construcției, gradul său ridicat de mobilitate trebuie să permită utilizarea sa și în cadrul exploatațiilor private, mici, care produc cantități de semințe ce se păstrează în magazinele micilor fermieri, crescând siguranța de păstrare a semințelor și permițând o intervenție rapidă pentru eliminarea eventualelor cuiburi de încălzire.

5.2. CERINȚE TEHNICO-TEHNOLOGICE PENTRU INSTALAȚIE

Cerințele constructiv funcționale pe care trebuie să le satisfacă instalația mobilă de condiționat semințe propusă sunt:

- Să fie simplă și ușor de deservit;
- Să poată fi antrenată atât cu ajutorul unui motor electric cât și de la priza de putere a tractorului (în cazul magaziiilor unde nu există posibilitatea de alimentare cu curent trifazat);
- Să aibă o capacitate ce se poate corela cu capacitatea celorlalte mijloace de transport existente în linia tehnologică, astfel încât capacitățile de înmagazinare zilnice impuse să poată fi realizate;
- Instalația să fie echipată cu generator de câmp aerodinamic care să lucreze la regimuri stabile de funcționare chiar în condițiile în care se impun efectuarea unor reglaje asupra debitului instalației în limite largi;

- Gradul de reducere a umidității masei de produse să fie uniform pe toată zona de acțiune a câmpului aerodinamic, iar agentul de preluare a surplusului de umiditate, cât și cel care asigură eliminarea impurităților să fie aerul atmosferic la temperatura ambiantă;

- Procesul de încărcare a instalației, de reducere a umidității semințelor și a procentului de impurități, cât și faza de transferare a semințelor către celelalte componente ale releeului de transport, să se facă prin mijloace care nu afectează în nici un fel integritatea semințelor;

- În scopul asigurării unor capacități de prelucrare care să satisfacă debitele necesare releelor de transportare din silozuri cât și debite mult mai mici impuse de prelucrarea semințelor din magaziile micilor fermieri este necesar ca instalația să fie echipată cu ventilator de tip transversal, deoarece prin reducerea sau creșterea lățimii de lucru a instalației, numai cu acest tip de ventilator se garantează realizarea uniformă a fazelor procesului pe toată lățimea de lucru.

Pentru un amestec de grâu, separarea corpurilor ușoare în primul canal (paiele, praf, semințe ușoare de buruieni, boabe de grâu șiștave sau sparte longitudinal) este asigurată la o viteză $v_{a1} = 6,0 \dots 6,5$ m/s, iar în camera de sedimentare a acestora, viteza trebuie să scadă considerabil.

În canalul de sortare, $v_{a2} = 7,5 \dots 8,0$ m/s, ceea ce permite să se extragă o parte considerabilă de semințe de buruieni, precum și semințe de caliattea a II-a.

Tabelul 5.2.1.

Caracteristicile aerodinamice ale componentelor amestecurilor de semințe[52].

Denumirea Semințelor	Masa volumică g/cm^3	Presiunea dinamică $mm H_2O$	Viteza critică v_{cr} m/s	Coeficientul de plutare k_p
Grâu	1,216	6,4-10	8,9-11,5	0,076-0,121
Secară	1,210	5,9-8,2	8,36-9,89	0,100-0,140
Orz	1,200	5,9-9,8	8,41-10,77	0,084-0,138
Ovăz	1,200	5,4-6,8	8,08-9,11	0,118-0,150
Soia	1,092	25,2-34,4	17,25-20,16	0,024-0,033
Mazăre	1,264	19,5-24,9	15,5-17,5	0,031-0,040
Măzărice	1,176	14,6-24	13,23-17	0,034-0,056
Linte	1,360	5,2-7,9	8,34-9,75	0,103-0,141
Porumb	1,238	13,2-16,7	12,48-14,03	0,049-0,063
Floarea soarelui	-	4,4-5,9	7,26-8,43	0,138-0,186
Cânepe	-	5,1-10,2	7,89-11,12	0,079-0,157
Mei	1,06	8,0-10,9	8,83-11,80	0,070-0,101
Hrișcă	1,05	0,78-3,79	3,59-7,88	0,158-0,761
Pir	0,80	1,40-3,15	4,79-7,19	0,189-0,428
Grâu spart	1,00	1,85-3,52	5,51-7,59	0,170-0,323
Grâu spart longitudinal	1,16	2,00-4,23	5,76-8,33	0,141-0,296
Grâu spart transversal	1,28	3,87-5,9	7,97-9,84	0,101-0,154
Grâu vătămat	1,25	3,22-5,54	7,27-9,54	0,108-0,186

Transportul boabelor de grâu prin canalul ce servește ca elevator pneumatic se asigură în condițiile când $v_{s2} = 12,5 \dots 23$ m/s. Cantitatea necesară de aer pentru ridicarea materialului pe canal, se modifică în funcție de cantitatea de alimentare. Dacă se notează cu Q_0 în m^3/s debitul limită de aer care, deplasându-se cu o viteză oarecare v_a poate să ridice tot materialul q' în kg/s ce sosește în zona câmpului

aerodinamic, atunci raportul $\lambda_0 = \frac{Q_0}{q'}$ în $[m^3/kg]$, reprezintă indicele celui mai mic consum specific de aer pentru fiecare kilogram de alimentare, pe care câmpul aerodinamic cu viteza respectivă îl transportă în întregime în sus.

Dacă se consideră că din coșul de alimentare este adus un debit de material Q în kg/h cu o astfel de componentă, încât prin canalul de curățire să se poată îndepărta o cantitate q_s %, pentru stabilirea valorii secțiunii fiecărui canal, este necesar să se cunoască încărcarea specifică admisibilă q_0 exprimată în $kg/s \cdot m^2$. Experimental a rezultat că se pot lua în considerare următoarele încărcări specifice admisibile:

Tabelul 5.2.2
Încărcări specifice admisibile pentru grâu, secară, ovăz, orz [52].

Cultura	Canalul de curățire $kg/s \cdot m^2$	Canalul pentru sortare $kg/s \cdot m^2$
Grâu și secară	$q_0 = 3,5 \dots 4,0$	$q_0 = 1,8 \dots 2,0$
Ovăz și orz	$q_0 = 2,5 \dots 3,0$	$q_0 = 1,3 \dots 1,5$

În aceste condiții debitul de alimentare q' în kg/s a fiecărui canal va fi:

$$\text{-pentru canalul de curățire } q' = \frac{Q}{3600}, \text{ [kg/s];} \quad 5.2.1$$

$$\text{-pentru canalul de sortare } q' = \frac{Q \cdot (100 - q_c)}{100 \cdot 3600}, \text{ [kg/s];} \quad 5.2.2$$

$$\text{-pentru canalul elevator } q' = \frac{Q \cdot (100 - q_c - q_s)}{100 \cdot 3600}, \text{ [kg/s], în care } q_c \text{ și } q_s \text{ - cantitățile}$$

în canalul 1, respectiv 2.

Suprafața secțiunii fiecărui canal se stabilește din raportul

$$\Lambda_c = \frac{q'}{q_0}, \text{ în } m^2 \quad 5.2.3$$

În acest fel se poate stabili debitul de aer necesar pentru fiecare canal cu relația

$$Q_a = q' \cdot \lambda_0, \text{ în } m^3/s \quad 5.2.4$$

Pentru canalul ce servește drept elevator pneumatic, debitul de aer se stabilește cu o rezervă oarecare, astfel:

$$Q_{a0} = \alpha \cdot q' \cdot \lambda_0 \quad 5.2.5$$

în care $\alpha \geq 1,1$, este coeficient al excesului de aer.

Cunoscând debitul și viteza aerului din canal se poate stabili cu ușurință secțiunea acestuia. Deoarece canalele au de obicei secțiune dreptunghiulară, iar viteza nu este uniformă pe întreaga secțiune, valoarea secțiunii canalului se corelează în funcție de debit, viteză și diametru echivalent, astfel:

$$\Lambda_c = \frac{Q_a}{v_a} = \frac{\pi \cdot a_{ac}^2}{4} \quad 5.2.6$$

$$d_{ec} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_a}{\pi \cdot v_a}} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} \quad 5.2.7$$

în care a și b sunt dimensiunile secțiunii dreptunghiulare.

Dacă se cunoaște lățimea $b \leq B_s$, unde B_s este lățimea sitelor, se poate stabili cealaltă dimensiune,

$$a = \frac{b \cdot d_{sc}}{2 \cdot b - d_{ec}} \quad 5.2.8$$

Debitul total al ventilatorului se stabilește în funcție de debitul necesar fiecărui canal cât și din considerentul pierderilor de viteză sub acțiunea de uniformizare a sitelor plasate în canale. Influența acestor site de uniformizare se apreciază prin coeficientul $\mu = 0,65$ și în consecință se poate scrie:

$$Q_v = Q_a^1 + Q_a^2 + Q_a^3 = \mu \cdot (\lambda_c^1 \cdot v_a^1 + \lambda_c^2 \cdot v_a^2) + \alpha \cdot q' \cdot \lambda_o \quad 5.2.9$$

La mașinile de curățat și sortat se folosesc ventilatoare de presiune joasă și medie, cu debite de aer cuprinse între 5000 – 20000 m³/h.

Secțiunea camerei de sedimentare λ_{cs} se stabilește din ecuația de continuitate a debitului, adică:

$$\lambda_{cs} \cdot v_{cs} = \lambda_c \cdot v_a \quad 5.2.10$$

unde $v_{cs} = 0,6 \dots 0,7$ m/s, este viteza aerului în camera de sedimentare.

5.3 CERINȚE CONSTRUCTIV-FUNCȚIONALE PENTRU CAMERA DE LUCRU A INSTALAȚIEI

Camera de lucru a instalației trebuie să îndeplinească următoarele cerințe constructiv-funcționale :

- Câmpul aerodinamic să se manifeste cu intensitate uniformă pe toată lățimea de lucru a secțiunii luate în considerare;
- Realizarea vitezei câmpului aerodinamic astfel încât, pe de-o parte, să asigure extragerea și evacuarea plevei, iar pe de alta, să asigure fluidizarea masei de semințe;
- Valoarea și direcția componentei câmpului aerodinamic înclinat în zona de evacuare a semințelor curățate de pleavă să permită evacuarea comodă și continuă a semințelor pe suprafața grilei;
- Grila suport a camerei de lucru să poată fi adaptată dimensiunii minime a seminței și să aibă o suprafață liberă cât mai mare, astfel încât să se realizeze o pierdere de presiune cât mai mică;
- Fundul camerei să fie obturat cu site cu jaluzele, grupate pe două zone de reglare a deschiderii jaluzelelor (zona de alimentare, zona de evacuare a semințelor de pe grilă). Reglarea jaluzelelor să se facă separat în cele două zone, iar unghiul de înclinare (deschidere, închidere) al jaluzelelor să poată fi vizualizat pe cadranul unei scale gradate .
- În zona de evacuare a semințelor de pe grila suport se va prevedea un șubăr, a cărui înălțime să poată fi reglată ușor. Acest șubăr este necesar pentru a menține un timp mai mare sau mai mic al semințelor pe suprafața grilei (precurățire, preuscare);
- Pereții camerei să fie realizați din material translucid, pentru a se putea vedea cu ușurință procesul care se realizează în cameră. Acest lucru permite să se creeze un efect de seră în camera de lucru când se lucrează cu instalația pe timpul verii pentru

că este expusă acțiunii razelor solare favorizând eliminarea unui procent mai mare de umiditate din masa de semințe.

5.4 CERINȚE PENTRU GENERATORUL DE CÂMP AERODINAMIC

- Câmpul aerodinamic să se manifeste cu intensitate uniformă pe toată lățimea de lucru a secțiunii luate în considerare;
- Realizarea vitezei câmpului aerodinamic astfel încât, pe de-o parte, să asigure extragerea și evaluarea plevei, iar pe de alta, să asigure fluidizarea masei de semințe;
- Valoarea maximă a intensității câmpului să poată fi adaptată la particularitățile fizice ale componentelor din amestecul supus precurățirii ceea ce impune ca generatorul de câmp aerodinamic trebuie să fie antrenat prin intermediul unui variator continuu de turație;
- Valoarea componentei verticale a câmpului aerodinamic înclinat în zona de evacuare a semințelor curățate de pleavă, să permită evacuarea comodă și continuă a semințelor pe suprafața grilei;
- Vitezele câmpului aerodinamic deasupra grilei să fie cuprinse între 3,5–11,5 m/s;
- Să lucreze la regimuri stabile de funcționare în cazul în care se impun reglaje asupra modului de funcționare a instalației;
- Să fie silențios și să poată fi integrat ușor în cadrul instalației în care urmează să funcționeze;
- Să permită realizarea unor instalații cu mare lățime de lucru.

Analizând cerințele pe care trebuie să le satisfacă generatorul de câmp aerodinamic cu care trebuie să fie echipată instalația mobilă de condiționat semințe, s-a ajuns la concluzia că alegerea ventilatorului transversal ca generator de câmp aerodinamic este soluția cea mai bună pentru instalația propusă.

CAPITOLUL 6

PROIECTAREA COMPONENTELOR DE BAZĂ ALE INSTALAȚIEI

6.1. COMPONENTA ORGANOLÓGICĂ ȘI SPECTRUL CURGERII AERULUI PRIN VENTILATORUL TRANSVERSAL

În literatura de specialitate de peste hotare, acest tip de ventilator se întâlnește sub următoarele denumiri: ventilator tangențial (SUA), ventilator diametral (Rusia), ventilator cu curent uniform (Franța), ventilator cu curent transversal (Germania).

În figura 6.1.1 se prezintă schema constructivă a unei variante de ventilator transversal destinat mașinilor de curățit amestecurile de semințe proaspăt recoltate.

Aerul din mediul exterior este aspirat de rotorul (1), care are forma unei tobe cilindrice la periferia căreia este amplasată rețeaua de palete, curbate după un arc de cerc și montate cu înclinare în sensul de rotire.

Rotorul este montat într-o carcasă (2) deschisă parțial, neprofilată sau de tip spiral.

Carcasa se continuă cu difuzorul (3) și are în principal rolul de a transforma energia cinetică a fluidului la ieșirea din rotor în energi potențială.

Particularitatea funcțională fundamentală a ventilatorului transversal o constituie dubla trecere a aerului prin rotor. Acesta este aspirat în zona descoperită a rotorului - traseul 1-1 din figura 6.1.2 refulat în spațiul liber din interior, unde curge după traseul 1'- 2' respectând legile curgerii potențiale plane, după care ajunge din nou în zona de lucru a paletelor, care-i imprimă a doua oară energie, refulându-l după traiectoria 2'- 2.

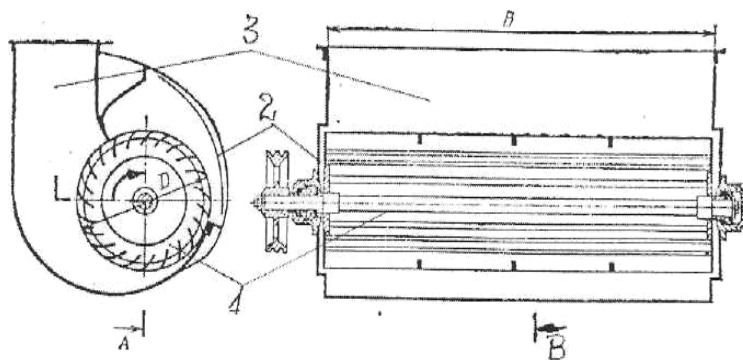


Fig.6.1.1 - Schema constructivă a unui ventilator transversal destinat mașinilor agricole[55].

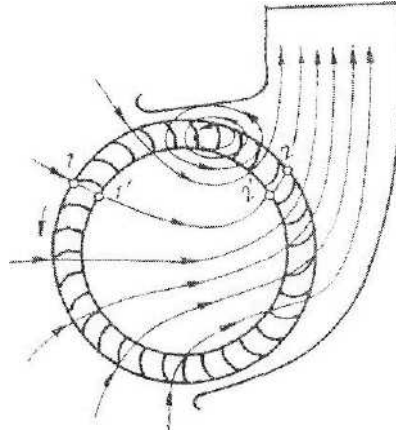


Fig. 6.1.2 - Spectrul curgerii aerului prin rotorul ventilatorului transversal[55].

O parte din aerul ce traversează rețeaua de palete a rotorului este recirculat în zona dintre rotor și peretele superior al carcasei. Cantitatea de aer recirculată depinde de soluția constructivă adoptată pentru carcasă. Această cantitate de aer recirculată poate atinge uneori 30% din debitul aspirat și contribuie la formarea în mod natural a unui turbion activ.

Aspectul fundamental și particular ce apare în funcționarea ventilatorului transversal, îl constituie faptul că acest turbion rotindu-se, influențează condițiile de transfer a aerului prin spațiul gol al rotorului, ordonând circulația după legea curgerii potențiale plane.

Pentru a pune în evidență cele afirmate mai sus, în figura 6.1.3. se prezintă imaginea curgerii aerului prin acest tip de ventilator realizată prin simularea pe calculator prin utilizarea Programului TasaFlow.

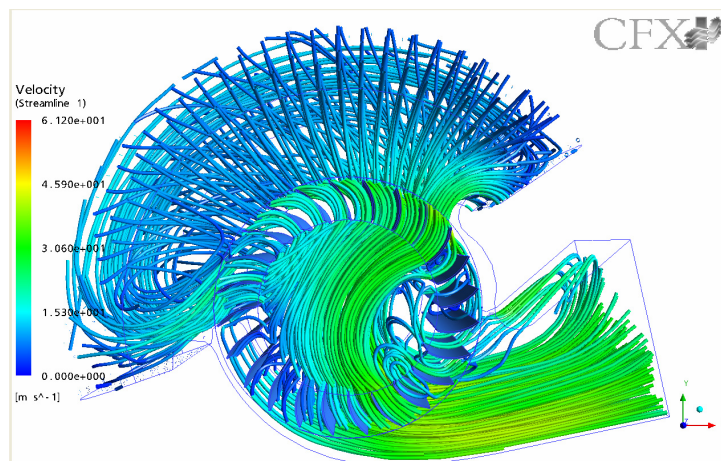


Fig.6.1.3 Vizualizarea curgerii aerului printr-un ventilator transversal și formarea turbionului ce ordonează curgerea în spațiul gol al rotorului.

Faptul că aerul străbate rețeaua de palete a rotorului de la aspirație la refulare în aceeași direcție, fără schimbarea sensului de curgere și că între lățimea de la aspirație și cea de la refulare, nu apar diferențe semnificative, conduce la o uniformizare deosebită a câmpului aerodinamic pe întreaga lățime a secțiunii de ieșire.

Pentru simularea pe calculator s-a folosit ventilatorul transversal utilizat în cadrul standului experimental la turația de 1100 rot/min și debitul de aer $Q = 4000$ [m³/h].

Analizând figura rezultată în urma simulării pe calculator se pot trage următoarele concluzii:

- ❖ Se constată că absorția aerului se efectuează pe întreaga deschidere a unghiului camerei de aspirație.
- ❖ În zonele apropiate pereților carcasi ventilatorului transversal (atât cea superioară cât și cea inferioară) aspirația aerului se face mai intens.
- ❖ Programul utilizat de calculator pune în evidență formarea turbionului activ care influențează puternic curgerea aerului în spațiul gol al rotorului. Figura evidențiază că acest turbion se formează pe un sector destul de mare din zona de refulare a paletelor rotorului, ceea ce face ca zona cea mai intensă a câmpului de viteze să se distribuie pe 2/3 din înălțimea de refulare măsurată de jos în sus.
- ❖ Pentru realizarea diferitelor intensități necesare câmpului aerodinamic în cele două zone de lucru ale camerei, necesități ce diferă în cadrul fazei de precurățire în raport cu faza de preuscare, se impune modelarea corespunzătoare a câmpului aerodinamic prin plasarea sub cameră a unor jaluzele cu un unghi de deflecție reglabil, și a unei palete deflectoare reglabile în interiorul difuzorului ventilatorului transversal.

6.2 PROIECTAREA GENERATORULUI DE CÂMP AERODINAMIC

6.2.1 Considerații generale

Realizarea și investigarea pe standuri experimentale a unui mare număr de modele experimentale, a permis punerea la punct a unor metode de mare exactitate pentru calculul și proiectarea parametrilor constructivi și aprecierea limitelor de variație a parametrilor funcționali, asigurate de ventilatoarele transversale.

Aceste metode sunt: metoda analitică, metoda grafo-analitică și metoda bazată pe similitudinea aerodinamică. În acest ultim caz se impune cunoașterea parametrilor constructivi și funcționali ai unui ventilator transversal luat ca prototip.

Pentru ca fenomenul reprodus de modelul ce se proiectează, să fie identic cu cel realizat de prototip, pe lângă similitudinea geometrică (adică dimensiunile liniare omoloage să se găsească într-un raport constant, iar cele unghiulare să fie egale), se impune asigurarea și a unei similitudini cinematice și respectiv dinamice.

Pentru a satisface similitudinea cinematică, se impune ca liniile de curgere ale câmpurilor aerodinamice ale celor două ventilatoare să fie asemănătoare, iar vitezele în zonele omoloage să fie proporționale.

Similitudinea dinamică este realizată dacă este respectată similitudinea geometrică și cinematică și se păstrează scara forțelor în toate punctele corespondente ale celor două ventilatoare.

Aceasta înseamnă că în fiecare pereche de puncte omoloage ale câmpului aerodinamic din interiorul ventilatorului prototip, respectiv machetă, să existe un raport constant al timpilor omologi și a tuturor forțelor implicate. Similitudinea este

completă dacă raportul constant se menține pentru toate forțele participante la curgerea fluidului.

6.2.2 Proiectarea ventilatorului transversal prin metoda similitudinii

Metoda similitudinii presupune că, pentru a proiecta un ventilator transversal apelând la regulile ei, trebuie să dispunem de un exemplar a cărei schemă aerodinamică și caracteristică energetică în coordonate dimensionale, sunt cunoscute în amănunt [55].

Determinarea parametrilor constructivi pentru noul exemplar de ventilator, se face în baza similitudinii geometrice. Ventilatoarele ale căror dimensiuni liniare sunt proporționale și ale căror unghiuri sunt egale, se numesc ventilatoare similare din punct de vedere mecanic sau geometric, iar calculul parametrilor funcționali de bază se efectuează utilizând expresiile :

$$\frac{H}{H_i} = \frac{\rho \cdot n^2 \cdot D_2^2}{\rho_i \cdot n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad 6.2.2.1$$

$$\frac{Q}{Q_i} = \frac{B \cdot n^2 \cdot D_2^2}{B_i \cdot n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad 6.2.2.2$$

$$\frac{N_h}{N_{hi}} = \frac{\rho \cdot B \cdot n^3 \cdot D_2^4}{\rho_i \cdot B_i \cdot n_i^3 \cdot D_{2i}^4} \quad 6.2.2.3$$

în care :

- H - presiunea totală ;
 - ρ - densitatea aerului;
 - D_2 - diametrul exterior al rotorului; n - turația;
 - Q - debitul ventilatorului;
 - B - lățimea rotorului;
 - N_h - puterea hidraulică.
- Notă:

Parametrii fără index, aparțin exemplarului de ventilator transversal realizat și experimentat și a cărei caracteristică energetică se cunoaște; parametrii cu indexul "i", aparțin ventilatorului ce se proiectează.

În scopul stabilirii metodologiei de utilizare a caracteristicii energetice în coordonate dimensionale a ventilatorului realizat și experimentat și care se folosește ca exemplar de comparare, în figura 6.2.2.1. se reprezintă o astfel de caracteristică energetică, în cadrul căreia s-au trasat curbe $H = f(Q)$ pentru două modele ce au fost supuse experimentării în condiții diferite (fig.6.2.2.1.).

Din fig.6.2.2.1., pentru stabilirea metodologiei de calcul, s-au folosit numai curbele exemplarului cu $D_2=0,32$ [m], $B=0,1$ [m] și care a fost experimentat la $n=1000$ [rot/min] și $\rho =1,2$ [kg/m³] [26].

Curbele respective sunt reprezentate în figura 6.2.2.1.și sunt simbolizate prin traseul -o-o-□.

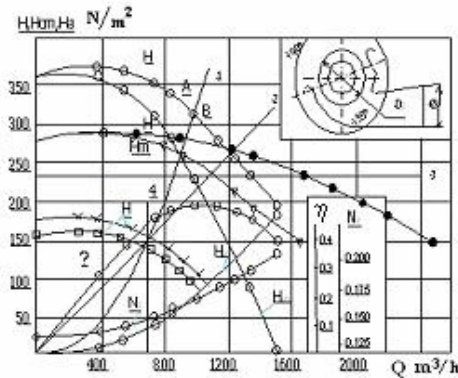


Fig.6.2.2.1. - Caracteristica energetică în coordonate dimensionale, folosită ca model în cazul proiectării ventilatorului transversal prin metoda similitudinii[55].

- $D_2=0,32$ m, $B=0,1$ m, $n=1000$ rot/min, $\rho=1,2$ [kg/m^3];
- x— $D_2=0,32$ m, $B=0,1$ m, $n=700$ rot/min, $\rho=1,2$ [kg/m^3];
- ▽— $D_2=0,4$ m, $B=0,1$ m, $n=700$ rot/min, $\rho=1,2$ [kg/m^3];
- $D_2=0,4$ m, $B=0,15$ m, $n=700$ rot/min, $\rho=1,2$ [kg/m^3];
- $D_2=0,32$ m, $B=0,1$ m, $n=700$ rot/min, $\rho=1,06$ [kg/m^3];

1,2,3,4 - variația dependenței $H=f(Q)$, corespunzător variației: turației $n(1)$, diametrului $D_2(2)$, lățimii $B(3)$ și densității $\rho(4)$.

Dacă se admite că din considerente tehnologice, ventilatorul ce se proiectează trebuie să realizeze parametrii $Q=8000$ m³/h și $H=450$ [N/m^2], iar din considerente constructive se impune ca ventilatorul să aibă $B=0,9$ [m], proiectarea acestuia prin metoda similitudinii trebuie să respecte următoarele etape:

1 - Din caracteristica $H=f(Q)$ se alege regimul de lucru care corespunde randamentului maxim, adică $\eta=0,5$ (vezi fig.6.2.2.1.). Dacă din această valoare a randamentului se ridică o verticală, aceasta intersectează curba presiunii totale H în punctul A, ale cărui coordonate citite pe scările diagramei sunt: $H=340$ [N/m^2] și $Q=845$ [m^3/h].

2 - Se înlocuiesc în relațiile (6.2.2.1) și (6.2.2.2) valorile parametrilor aerodinamici și respectiv geometrici, precum și turația la care a fost ridicată caracteristica ventilatorului folosit ca model, cât și valorile ce trebuie realizate de ventilatorul ce se proiectează (precizate în tema de proiectare), adică H_j , Q_j și B_j . Se obține un sistem de două ecuații cu două necunoscute din care, în urma rezolvării, se găsesc rădăcinile: $n_i=1260$ [rot/min] și $D_{2i}=0,292$ [m].

În figura 6.2.2.2. [26] se reprezintă variația turației n și a diametrului exterior D_2 la ventilatoarele transversale, în funcție de variația lățimii de lucru B , adică $(n, D_{2i})=f(B)$.

Se constată că variația $n=f(B)$ este o dreaptă, iar $D_{2i}=f(B)$ este o curbă. Citind valorile n și D_{2i} pentru lățimea de lucru impusă ventilatorului ce se proiectează, se constată că ele corespund cu cele calculate, adică, pentru $B_i=0,9$ [m], $n_i=1260$ [rot/min] și $D_{2i}=0,292$ [m].

Dacă turația se modifică la $n_i=630$ rot/min atunci $B_i=0,45$ [m] respectiv $D_{2i}=0,58$ [m], iar dacă $D_{2i}=0,217$ [m], atunci $n_i=1680$ rot/min și $B_i=1,2$ [m].

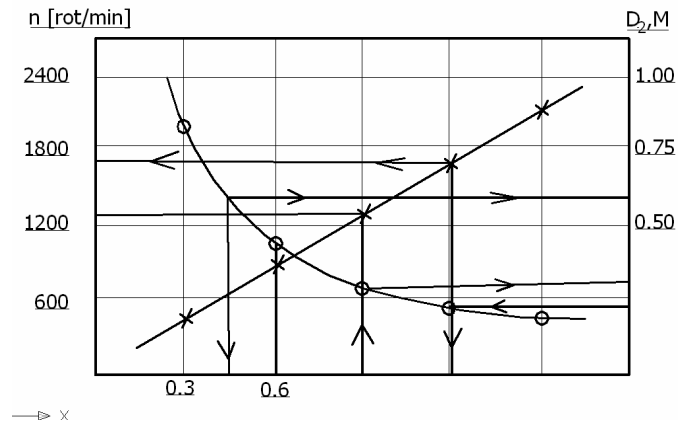


Fig. 6.2.2.2 - Dependența variației turației n și a diametrului D_2 , în funcție de variația lățimii de lucru B [55].

Trebuie reținut ca foarte important faptul că, atât pentru ventilatorul ce se proiectează cât și pentru ventilatorul folosit ca model, valorile Q și H trebuie să corespundă randamentului η_{\max} , iar punctul regimului de funcționare, determinat de intersecția dintre variația dusă din η_{\max} și curba H , să se găsească în partea stângă față de punctul de intersecție dintre curba de rezistență a rețelei și curba H .

3 - În cazul în care nu avem la dispoziție caracteristica energetică în coordonate dimensionale, ci o avem în coordonate adimensionale, atunci pentru stabilirea valorilor Q , H și N_h din expresiile (6.2.2.1), (6.2.2.2), (5.6.2.3), se folosesc relațiile din grupajul (6.2.2.4).

$$Q = 60 \cdot \pi \cdot \bar{Q} \cdot D_2^2 \cdot B \cdot n \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad 6.2.2.4$$

$$H = \frac{\pi^2}{60^2} \cdot \bar{H} \cdot \rho \cdot D_2^2 \cdot n^2 \quad [\text{N/m}] \quad 6.2.2.5$$

$$N_h = \frac{\pi^3}{60^3 \cdot 10^3 \cdot \eta} \cdot \bar{Q} \cdot \bar{H} \cdot D_2^4 \cdot B \cdot n^3 \cdot \rho \quad [\text{Kw}] \quad 6.2.2.6$$

în care: D_2 este diametrul exterior al rotorului, în m; B - lățimea utilă a rotorului ventilatorului, în [m]; n - turația rotorului, în [rot/min]; ρ - densitatea aerului, în [kg/m³]

Relațiile evidențiază faptul că presiunea totală realizată de câmpul aerodinamic vehiculat, nu depinde de lățimea utilă a rotorului ventilatorului transversal, iar debitul și puterea hidraulică sunt proporționale cu lățimea de lucru.

În realitate, datorită condițiilor de curgere a aerului prin jocurile dintre discurile rotorului și pereții laterali ai carcasei, asperităților de pe suprafața discurilor rotorului și de pe pereții carcasei, ca și datorită modificării vâscozității aerului,

presiunea totuși depinde de lățimea rotorului, iar debitul și puterea nu sunt riguros proporționale cu lățimea.

De aceea, se impune că în relațiile (6.2.2.1), (6.2.2.2), (6.2.2.3), să se introducă coeficienții de corecție k_O , k_H și k_N , acestea compensând influența negativă a lățimii relative a ventilatorului asupra parametrilor funcționali [26].

Luând în considerare acești coeficienți, expresiile (6.2.2.1) (6.2.2.2), (6.2.2.3), devin (6.2.2.6), (6.2.2.7), (6.2.2.8), după cum urmează:

$$\frac{H}{H_i} = \frac{\rho \cdot n^2 \cdot D_2^2}{\rho_i \cdot n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad 6.2.2.7$$

$$\frac{Q}{Q_i} = \frac{B \cdot n^2 \cdot D_2^2}{B_i \cdot n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad 6.2.2.8$$

$$\frac{N_h}{N_{hi}} = \frac{\rho \cdot B \cdot n^3 \cdot D_2^4}{\rho_i \cdot B_i \cdot n_i^3 \cdot D_{2i}^4} \quad 6.2.2.9$$

Randamentul ventilatorului care se proiectează, se determină cu formula:

$$\eta_i = \eta \cdot K_\eta \quad 6.2.2.10$$

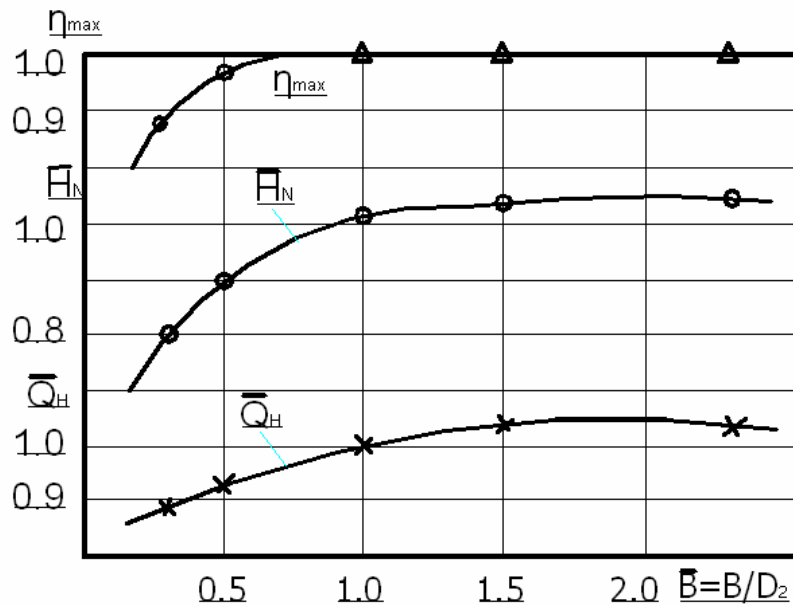
în care, k_η este coeficient adimensional care ține seamă de influența relativă a lățimii ventilatorului asupra randamentului η

În figura 6.2.2.3. [55], se prezintă variația, determinată experimental, a raporturilor dintre valorile nominale ale presiunii, debitului, respectiv randamentul maxim η_{\max} și aceleași valori, dar de la ventilatoare cu lățimea relativă $B = B/D_2$ diferită.

Astfel, pentru ventilatoarele care au $B = B/D_2 = 1$, valorile relative pentru Q_H , H_H și η_{\max} , se calculează cu rapoartele:

$$Q_H = \frac{Q_H}{Q_{H,B=1}}; H_H = \frac{H}{H_{H,B=1}} \quad 6.2.2.11$$

$$\eta = \frac{\eta_{\max}}{\eta_{\max,B=1}} \quad 6.2.2.12$$



Fig, 6.2.2.3. - Variația dependențelor Q_H , H_N și η_{\max} în raport cu evoluția lățimii relative $B = B/D_2$, a rotorului[55].

6.2.3 Proiectarea ventilatorului transversal cu care este echipat standul experimental prin metoda similitudinii

6.2.3.1 Proiectarea rotorului ventilatorului transversal

Ventilatorul transversal cu care va fi echipat standul experimental trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

$H_i = 420$ [N/m²] – presiunea totală

$B_i = 0,4$ [m] – lățimea rotorului

$Q = 4000$ [m³/h] – debitul ventilatorului

Folosind metoda similitudini din graficul 6.2.3.1. se determină pentru un ventilator având $D_2 = 0,32$ [m] și $B = 0,1$ [m], $n = 1000$ [rot/min], $\rho = 1,2$ [kg/m³] următoarele caracteristici:

- randamentul $\eta = 0,5$
- presiunea $H = 340$ [N/m²]
- debitul $Q = 845$ [m³/h]
- turația $n = 1000$ [rot/min]
- lățimea $B = 0,1$ [m]
- diametrul $D_2 = 0,32$ [m]

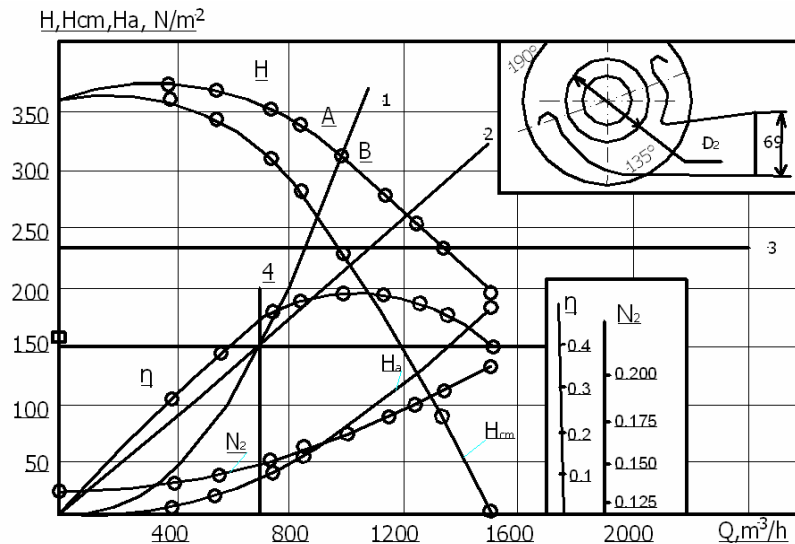


Fig. 6.2.3.1.1 - Caracteristica energetică în coordonate dimensionale, folosită ca model în cazul proiectării ventilatorului transversal prin metoda similitudinii[55].

Pe graficul din figura 6.2.3.1.1 curba corespunzătoare ventilatorului pe care l-am ales și are caracteristicile și dimensiunile specificate este marcată prin semnul —o— și dimensiunile ventilatorului ales sunt: $D_2=0,32$ [m], $B=0,1$ [m] $n=1000$ [rot/min], $\rho=1,2$ [kg/m³];

Folosind relațiile de calcul de mai jos se determină D_{2i} și n_i .

$$\frac{H}{H_i} = \frac{v \cdot n^2 \cdot D_2^2}{v_i \cdot n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad \frac{340}{420} = \frac{1000^2 \cdot 0.32^2}{n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad 6.2.3.1.1$$

$$\frac{Q}{Q_i} = \frac{B \cdot n^2 \cdot D_2^2}{B_i \cdot n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad \frac{845}{4000} = \frac{0.1 \cdot 1000^2 \cdot 0.32^2}{0.4 \cdot n_i^2 \cdot D_{2i}^2} \quad 6.2.3.1.2$$

$$\begin{cases} n_i^2 \cdot D_{2i}^2 = 126494.1 \cdot \\ n_i^2 \cdot D_{2i}^2 = 121.1 \end{cases} \quad 6.2.3.1.3$$

Rezolvând sistemul de mai sus se obțin următoarele valori pentru diametru și turație:

$$n_i = 1044 \text{ [rot/min]}$$

$$D_{2i} = 0,340 \text{ [m]}$$

Raportul dintre diametre este dat de relația:

$$\nu = \frac{d_1}{d_2} = 0,7 \div 0,8 \Rightarrow d_1 = 0,7 \cdot 0,34 = 0,238 \quad [\text{mm}] \quad 6.2.3.1.4$$

Pentru parametrii constructivi ai paletelor și ai unghiurilor de poziționare a acestora în cadrul rotorului cercetările experimentale [26] au stabilit următoarele valori optime:

Raza paletei $r_p=60$ [mm]. Raportul dintre pasul t al paletelor și raza r_p reprezentat în figura 6.2.3.2. poate varia între 0,5-1,3.

Pentru ventilatoarele cu această destinație se recomandă:

$$\frac{t}{r_p} = 0,7 \Rightarrow t = 0,7r_p = 0,42[\text{m}] \quad 6.2.3.1.5$$

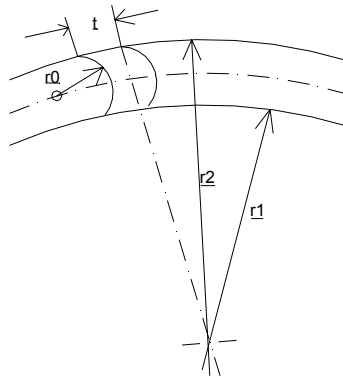


Fig.6.2.3.1.2 – Parametrii constructivi și de amplasare ai paletelor în cadrul rotorului.

Numărul total de palete z_p se stabilește cu relația:

$$z_p = \frac{\pi \cdot d_2}{0,7 \cdot r_p} = 25,4 \quad 6.2.3.1.6$$

Se adoptă $z_p=24$ palete.

Extinderea radială a paletei

$$l = r_p \cdot \sqrt{2} = 84,8 \cong 85 \quad [\text{mm}] \quad 6.2.3.1.7$$

Lățimea paletelor corespunde cu valoarea $B= 0,04$ [m] iar grosimea paletelor $\delta = 1,5- 3$ [mm] paletele se confecționează din oțel de calitate.

Se adoptă o grosime a paletei de $\delta=2$ [mm].

Poziționarea paletelor trebuie făcută astfel încât $\beta_2 = \frac{\pi}{6} [rad]$, asigurându-se raportul de $\frac{d_1}{d_2} = 0.7$ în aceste condiții uniformitatea câmpului aerodinamic va fi maximă.

Determinarea vitezei medii generale a câmpului refulat.

$$Q = B \cdot I \cdot v_{mg} [m^3 / s] \quad 6.2.3.1.8$$

$$v_{mg} = \frac{Q}{B \cdot I} = \frac{1,11}{0,4 \cdot 0,24} = 11,57 [m^3 / s] \quad 6.2.3.1.9$$

6.2.3.2. Parametrii carcasei ventilatorului transversal

Carcasa de refulare a ventilatorului transversal este de fapt un canal închis de secțiune dreptunghiulară de lățime constantă și înălțime variabilă. Peretele superior al carcasei are cel mai adesea o suprafață plană. Ca urmare, dimensiunea camerei necesită doar profilarea peretelui inferior respectiv cunoașterea razei r_c .

$$r_c = D + \frac{d_2}{2} + e = 230 [mm] \quad 6.2.3.2.1$$

$D=10$ [mm] reprezintă valoarea interstițiului dintre rotor și secțiunea de început a spiralei

$e=50$ [mm] este excentricitatea originii razei de curbură față de axul rotorului

Studiile experimentale efectuate de N. Sicingov au evidențiat că aspirația aerului în rotor se face în condiții optime pentru $\alpha_a = 160-175^\circ$, iar ieșirea aerului din rotor reclamă un unghi mai mic $\alpha_r = 100-145^\circ$.

Se adoptă $\alpha_a = 170^\circ$ pentru carcasa ventilatorului transversal al standului experimental și $\alpha_r = 145^\circ$.

Desfășurarea finală a carcasei:

$$a_c = 0,1d_2 = 40,8 [mm] \cong 41 [mm] \quad 6.2.3.2.2$$

Raza de curbură a cavității carcasei r_t :

$$I' = r_t^2 \arcsin \left(1 - \frac{r_1^2}{4r_t^2} \right)^{\frac{1}{2}} + r_1^2 \arcsin \frac{r_t}{r_1} \left(1 - \frac{r_1^2}{4r_t^2} \right)^{\frac{1}{2}} - r_1 r_t \left(1 - \frac{r_1^2}{4r_t^2} \right) \quad 6.2.3.2.3$$

Se impune $I' < 0.3nr_1^2$ și luând în considerare valoarea razei interioare a rotorului ventilat transversal se calculează r_t și se obține $r_t = 85$ [mm]

Următoarele dimensiuni ale carcasei s-au luat pe baza corelării acestora cu dimensiunile de mai sus, și din considerente constructive: $r_1 = 707$ [mm],

$$L_1 = 195 [mm], L_2 = 220 [mm], \sphericalangle \delta = 20^\circ, Bc = [420 \text{ mm}]$$

Sintetizând datele obținute pentru dimensiunile ventilatorului transversal, în urma calculelor efectuate, s-a întocmit tabelul 6.2.3.1. unde se pot vedea ușor toate dimensiunile constructive ale ventilatorului transversal.

În interiorul difuzorului ventilatorului transversal se introduce un profil deflector pentru dirijarea câmpului aerodinamic. Lățimea acestuia este: $l_d = 200$ [mm], lungimea $L_d = 340$ [mm] și grosimea $g_{df} = 1$ [mm]. În figura 6.2.3.4 se prezintă schema acestui ventilator.

Modificarea vitezei câmpului aerodinamic realizat de către ventilatorul transversal cu care este echipat standul experimental se realizează prin modificarea turației rotorului ventilatorului transversal. Această modificare se realizează cu ajutorul unui variator de turații. Cu ajutorul acestuia se pot obține turații între 300-2000 [rot/min]

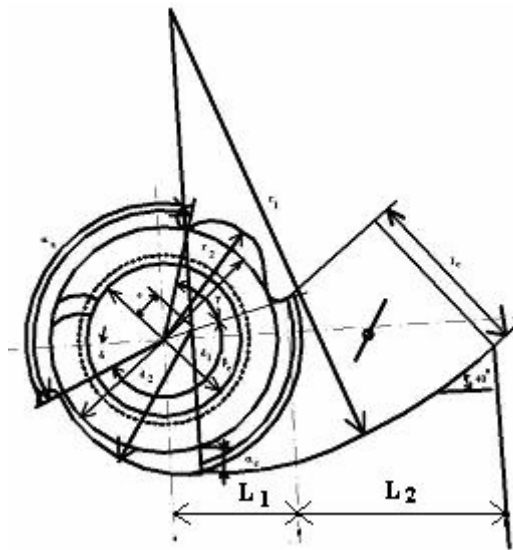


Fig. 6.2.3.2.1. - Schema aerodinamică a ventilatorului transversal.

Tabelul 6.2.3.1.

Parametrii constructivi funcționali ai ventilatorului transversal

Nr. Palete	D_2	Dimensiuni în % din D_2													
		D_1	r_n	B	B_c	$B'c$	I_c	ac	e	r_c	r_1	R_2	Δ	L_1	L_2
24	340	70	176	298	315	270	76,5	12	14,7	67,61	208	25	4	57,4	92,7

Continuare tabel 6.2.3.1

α_a	\square_e	γ	δ	\square_c
[grad]	[grad]	[grad]	[grad]	[grad]
170	90	30	20	145

Pentru cazul când se dorește proiectarea unui ventilator care are o lățime de lucru mai mare, necesar pentru o instalație de mai mare capacitate se recomandă ca proiectarea acestuia să se facă prin metoda grafică, deoarece aceasta este o metodă simplă și suficient de precisă pentru a determina dimensiunile ventilatorului transversal; mai jos se prezintă această metodă precum și un exemplu de calcul.

6.2.4. Valorificarea nomogramei Sîciugov, pentru proiectarea ventilatorului din cadrul instalațiilor de mare capacitate.

Proiectarea pe această cale a ventilatorului transversal [55] se poate face mult mai repede și suficient de precis, mai ales pentru exemplarele la care valoarea:

$$\bar{B} = \frac{B}{D_2} \geq 1.2 \quad 6.2.4.1$$

Pentru a putea construi nomograma de calcul a parametrilor constructivi și funcționali, se impune să dispunem de caracteristica adimensională a unui prototip de ventilator cu lățimea relativă $\bar{B} \geq 1.2$ și valori ridicate pentru presiune, debit și randament.

Un model de nomogramă folosită pentru proiectarea pe cale grafică a ventilatoarelor transversale cu $\bar{B} \geq 1.2$ se prezintă în figura 6.2.4.1 și a fost preluată din lucrarea [12].

Pentru a se efectua citiri în nomogramă, prin tema de proiectare se impune să se precizeze pentru ventilatorul ce se proiectează: presiunea, debitul și densitatea aerului.

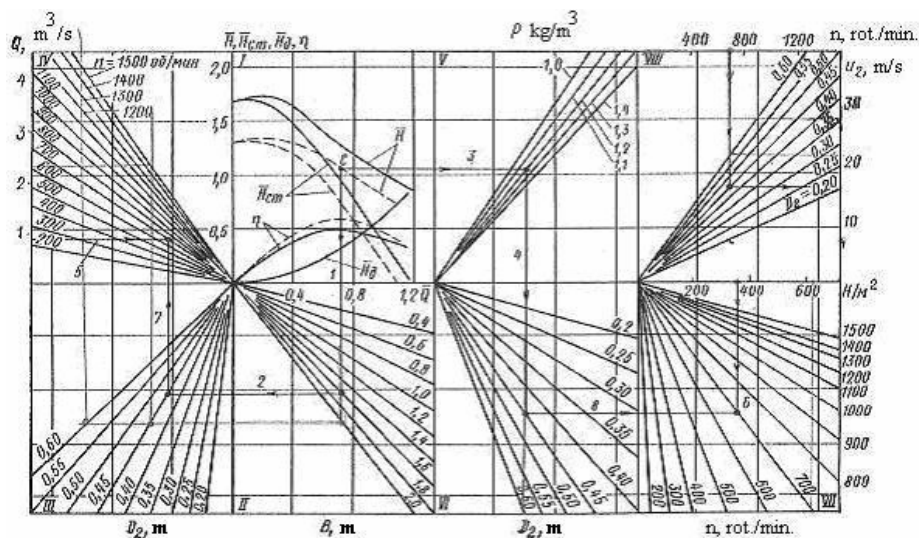


Fig.6.2.4.1 Nomograma Sîciugov[55].

În cadranul I al acestei nomograme sunt prezentate caracteristicile adimensionale $\bar{H}, \bar{H}_{st}, \bar{H}_d, \eta = f(\bar{Q})$ pentru două modele de ventilatoare universale cu lățimea relativă $\bar{B} = 1.2$.

În modelul din figura 6.2.4.1 întrucât randamentul maxim apare pentru ventilatorul cu $\eta = f(\bar{Q})$ reprezentat cu linie întreruptă, pe curba $\bar{H} = f(\bar{Q})$ corespunzătoare, se determină poziția punctului C, amplasat la intersecția curbei \bar{H} luată în considerare și verticala ce trece prin valoarea η_{\max} a ventilatorului ales.

Din punctul C se coboară în cadranul II o verticală (1) pînă ce intersectează dreapta de variație $B=1.6$ (valoare impusă pentru ventilatorul ce se proiectează).

Din punctul de intersecție rezultat se duce orizontala (2) pînă ce aceasta intersectează cadranul III drepte de variație ale diametrului D_2 .

În continuare, tot din punctul C de pe curba \bar{H} din cadranul I, se duce în cadranul V orizontala (3) și se prelungeste pînă ce aceasta intersectează dreapta de variație pentru densitatea impusă și anume $\rho = 1.2 [Kg / m^3]$.

Din punctul de intersecție rezultat, se coboară verticala (4) în cadranul VI intersectând drepte de variație ale diametrelor D_2 ale rotorului.

În continuare în cadranul IV, se citește pe axa ordonatelor valoarea impusă în tema de proiectare, adică $Q=0.87 [m^3/s]$, din care se duce orizontala (5) ce intersectează drepte de variație pentru turații.

În cadranul VII se citește valoarea impusă prin tema de proiectare pentru presiunea totală, $H=360 [N/m^2]$ și din punctul respectiv se coboară verticala (6) ce intersectează drepte pentru turații.

În continuare, în cadranul III și IV se ridică verticala (7) în zona în care, punctul de intersecție rezultat dintre orizontala (2) și una din razele de variație D_2 se găsește pe aceeași verticală cu punctul de intersecție dintre orizontala (5) și drepte de variație pentru diverse turații. În acest fel se determină valoarea $D_2=0.45 [m]$ și respectiv $n=700 [rot/min]$.

După aceeași regulă se duce între cadranul VI și VII orizontala (8).

În mod normal orizontala (8) trebuie să unească cele două puncte care corespund pentru $D_2=0.45 [m]$ și respectiv pentru $n=700 [rot/min]$.

Randamentul η , pentru ventilatorul ce se proiectează în regimul corespunzător căruia $Q=0.87 [m^3/s]$ și $H=360 [N/m^2]$, este egal cu 0.6 (vezi nomograma, cadranul I).

În cadranul VIII al nomogramei se prezintă dependența vitezei periferice u_2 , măsurată la periferia exterioară a paletelor rotorului, în funcție de turația n și diametrul exterior D_2 , în cazul analizat, $u_2=16.45 [m/s]$ și prezintă importanță pentru calculele de rezistență ale paletelor și rotorului în ansamblu.

Caracteristica adimensională a ventilatorului transversal folosit ca model de referință, care a fost prezentată în cadranul I al nomogramei, a fost dedusă din caracteristica dimensională trasată în urma încercărilor pe stand a ventilatorului respectiv.

În figura 6.2.4.1 caracteristica adimensională din cadranul I are parametrii energetici simbolizați după metoda Jagi, mai jos se prezintă sub formă detaliată modul de calcul a acestor parametri.

$$1 - \text{coeficientul de debit } \bar{Q} = \frac{Q}{F_2 \cdot u_2} = \frac{Q}{B \cdot D_2 \cdot u_2} \quad 6.2.4.2$$

În care:

-Q este debitul realizat de către ventilatorul transversal ce a fost experimentat în [m³/s];

- $u_2 = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot r_2$, viteza tangențială măsurată la periferia exterioară a paletelor, [m/s];

$$-r_2 = \frac{D_2}{2} \text{ [m]; iar } n \text{ se măsoară [rot/min]}. \quad 6.2.4.3$$

$$2 - \text{coeficientul presiunii totale } \bar{H} = \frac{H}{\rho \cdot u_2^2},$$

6.2.4.4

în care, H este presiunea totală realizată de ventilator și măsurată cu tubul Pitot-Prandtl și micromanometrul cu tub înclinat, [mm col.H₂O]; [daN/m²]

$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{1.2}{9.81} = 0.122$ [kg/m³], este densitatea aerului la presiunea atmosferică normală și temperatura T=15⁰C.

Influența modificării temperaturii și presiunii atmosferice de la valori standard se ia în considerare folosind relația:

$$\rho = \frac{P \cdot T_0}{P_0 \cdot T} \cdot \rho_0, \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad 6.2.4.5$$

în care P₀=101400[N/m²] și T₀=293[K], reprezintă presiunea barometrică și temperatura aerului la valori standard; ρ -este densitatea aerului la presiunea p și temperatura T, valori efectiv măsurate ale aerului vehiculat; $\rho_0 = 0.122$ [kg/m³].

3 -coeficientul presiunii statice,

$$\bar{H}_{st} = \frac{H_{st}}{\rho \cdot u_2^2} \quad 6.2.4.6$$

în care H_{st}=H-H_d, [mm col H₂O].

4-coeficientul puterii necesare, $\bar{N} = \frac{N}{\rho \cdot u_2^3 \cdot F_2} = \frac{M_m \cdot \omega}{\rho \cdot u_2^3 \cdot B \cdot D_2}$ în care M_m este

momentul motor la nivelul arborelui ventilatorului, în daNm; $\omega \cong n/10$ este viteza unghiulară de rotație, [rad/s],[s⁻¹]; N-puterea măsurată la arborele ventilatorului, în [W].

$$5 - \text{Randamentul total : } \eta = \frac{Q \cdot H}{N} \quad 6.2.4.7$$

$$6- \text{Randamentul static } \eta_{st} = \frac{Q \cdot H_{st}}{N}. \quad 6.2.4.8$$

6.3 PROIECTAREA CAMEREI DE LUCRU A STANDULUI

6.3.1 Calculul parametrilor procesului de preuscare prin fluidizare a camerei de lucru a standului

Pentru proiectarea unei astfel de camere este necesar să se stabilească o serie de date caracteristice ale standardului și ale produsului.

Se impun următoarele date să fie cunoscute când se proiectează o astfel de instalație:

- productivitatea standului $Q = [1,11 \text{ kg/s}]$
- densitatea grâului $\rho_g = 1300 [\text{kg/m}^3]$
- densitatea aerului $\rho_a = 1,293 [\text{kg/m}^3]$
- diametrul mediu al boabelor de grâu $d_g = 4,1 [\text{mm}]$
- vâscozitatea dinamică a aerului $\mu_a = 18,1 \cdot 10^{-6} [\text{m}^2/\text{s}]$
- vâscozitatea cinematică a aerului $\nu_a = 13,99 \cdot 10^{-6} [\text{m}^2/\text{s}]$
- temperatura aerului atmosferic este de $30 [^\circ\text{C}]$
- dimensiunea echivalată a orificiilor grilei $l_0 = 2 [\text{mm}]$

Pentru a determina valoarea vitezei de fluidizare a câmpului aerodinamic în camera de lucru a standului se va folosi criteriul lui Arhimede și Lioscenko.

Criteriul lui Arhimede [17] se determină cu relația:

$$Ar = \frac{d^3 \rho_g \cdot g}{\nu_a^2 \rho_a} = 3,53 \cdot 10^6$$

6.3.1.1

În funcție de $Ar = 3.53 \cdot 10^6$ și porozitatea $\epsilon = 0,80$ din graficul $Li = f(Ar)$ din figura 5.7.1.1. se determină $Li = 5000$. Tot din acest grafic se determină și $Li_{cr} = 2,5$ în funcție de Ar și $\epsilon = 0,40$ pentru strat fix.

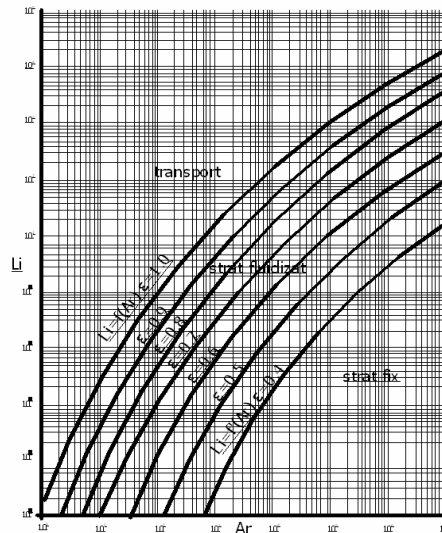


Fig. 6.3.1.1 Graficul Li-Ar [44].

Având aceste valori determinate se poate obține coeficientul de fluidizare.

$$k_f = \sqrt[3]{\frac{L_i}{L_{icr}}} = 5,84 \quad 6.3.1.2$$

Viteza critică de fluidizare se determină cu relația:

$$w_{cr} = \sqrt[3]{\frac{L_{icr} \nu_a \rho_g}{\rho_a}} = 1,1 [m/s] \quad 6.3.1.3$$

Viteza de fluidizare se determină cu relația:

$$w_{fl} = k_f \cdot w_{cr} = 1,1 \cdot 5,84 = 6,48 [m/s] \quad 6.3.1.4$$

Viteza agentului de fluidizare sub grilă este:

$$w_{sgr} = w_{fl} \cdot \zeta = 6,48 \cdot 1,5 = 9,72 [m/s] \quad 6.3.1.5$$

unde $\zeta_{gr} = 1,5$ este coeficient de rezistență al grătarului.

Căderea de presiune în camera de fluidizare [17] se compune din:
Căderea de presiune în stratul fluidizat

$$\Delta p_{st} = h \cdot (1 - \varepsilon) \cdot \rho_g \cdot g = 306 [N/m^2] \quad 6.3.1.6$$

Unde h este înălțimea stratului fluidizat

$$h = K \cdot h_c = 3 \cdot 40 = 120 [mm] \quad 6.3.1.7$$

k = 3 pentru staturi cu expandare moderată

$h_c = 20$ este zona de stabilitate hidrodinamică $l_0 = 20 \cdot 2 = 40 [mm]$

Căderea de presiune pe grila suport

$$\Delta p_{gr} = \varphi_a \cdot \frac{W_{sgr}^2}{2} = 1,5 \frac{1,293 \cdot 9,72^2}{2} = 91,6 [N/m^2] \quad 6.3.1.8$$

Pierdere totală de presiune este:

$$\Delta p_t = \Delta p_{st} + \Delta p_{gr} = 306 + 91,6 = 397,6 [N/m^2] \quad 6.3.1.9$$

Înălțimea spațiului de separare

$$h_{sep} = (3,5 \div 4,5) \cdot h \quad 6.3.1.10$$

$$h_{sep} = 3,5 \cdot h = 3,5 \cdot 120 = 420 [mm] \quad 6.3.1.11$$

Dimensiunile grilei suport:

$$Q = v_{fl} \cdot S_{gr} \cdot \rho_a \Rightarrow S_{gr} = \frac{Q}{v_{fl} \cdot \rho_a} [m^2] \quad 6.3.1.12$$

unde S_{gr} – suprafața grilei

$$S_{gr} = \frac{1,111}{6,48 \cdot 1,293} = 0,1326 [m^2] \quad 6.3.1.13$$

Constructiv se aleg lungimea și lățimea grilei $l_{gr}=0,420[m]$, $L_{gr}=0,315[m]$, grosimea $g_{gr}=4 [mm]$.

Se alege o grilă suport cu orificii alungite, deoarece se realizează o suprafață liberă mare și va opune o rezistență mică la trecerea câmpului aerodinamic prin ea (pierdere de presiune mică). Repartizarea orificiilor pe grilă trebuie să fie cât mai deasă, pentru a se obține o suprafață liberă cât mai mare. Prin urmare, factorul hotărâtor este metoda de fabricație care asigură menținerea dimensiunii de lucru (lățime, lungime), rezistența materialului și grosimea foliei de tablă din care se confecționează grila.

Din punct de vedere al rezistenței sitei și a menținerii dimensiunilor active ale orificiilor, repartizarea în rânduri drepte este cea mai favorabilă.

În urma studiilor efectuate și a încercărilor efectuate pe standul experimental pentru alegerea grilei suport pentru grâu s-a ajuns la concluzia că o grilă cu orificii alungite tip 2 și număr sită 20 satisface cerințele privind alegerea grilei suport. Aceasta are dimensiunea nominală $a_{or}= 2[mm]$ (lățimea orificiului), lungimea orificiului $S_{or}=25[mm]$, valoarea medie a pasului transversal $c_{tr} = 3,7 [mm]$ și a pasului longitudinal $C_{lg} = 29 [mm]$.

Alegerea corectă a grilei suport este întărită și de faptul că în urma determinării pierderii de presiune pe cale experimentală s-a obținut o pierdere de presiune prin grila suport de $73 [N/m^2]$ (pentru o viteză a câmpului aerodinamic de $9,72 [m/s]$ în secțiunea de refulare a ventilatorului) care este mai mică decât cea determinată pe baza calculelor care este de $91,6 [N/m^2]$.

Pentru cazul când instalația se folosește pentru precurățirea amestecului de semințe de orz se folosește o sită cu orificii alungite de tip 2 și număr sită 12. Aceasta are dimensiunea nominală $a_{or} = 1,2 [mm]$ (lățimea orificiului), lungimea orificiului $S_{or} = 20[mm]$, valoarea medie a pasului transversal $c_{tr}= 2,62[mm]$ și a pasului longitudinal $C_{lg}= 24[mm]$.

În cazul precurățirii amestecului de semințe de ovăz se folosește o sită de tip 2 și număr 10, aceasta are dimensiunea nominală $a_{or}= 1[mm]$ (lățimea orificiului), lungimea orificiului $S_{or}= 20 [mm]$, valoarea medie a pasului transversal $c_{tr} = 2,35 [mm]$ și a pasului longitudinal $C_{lg} = 24 [mm]$. În figura 6.3.1.1 se prezintă schema acestei grile suport.

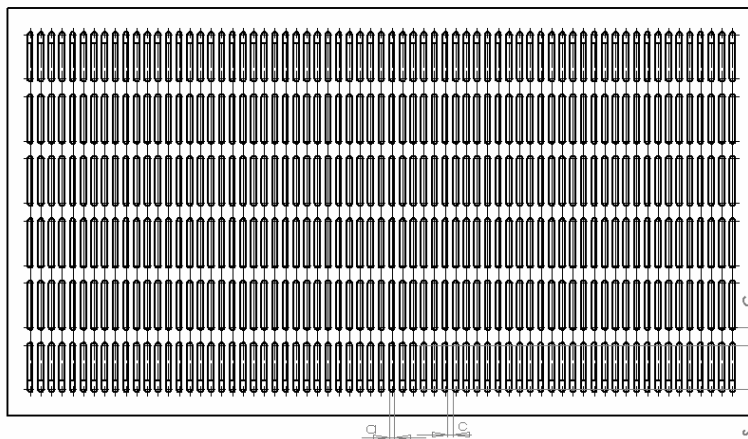


Fig.6.3.1.1 Grila suport din camera de lucru a instalației.

Sub grila suport se montează un dispozitiv cu jaluzele care permite reglarea jaluzelelor la diferite unghiuri în funcție de modul de utilizare a standului pentru precurățire sau preuscare. Cu ajutorul acestor jaluzele se realizează reglarea distribuției câmpului aerodinamic în plan vertical.

Acest dispozitiv permite reglarea jaluzelelor pe două zone, zona dinspre capătul de alimentare a grilei și zona dinspre capătul de evacuare a grilei. Pentru vizualizarea unghiului de înclinare a jaluzelelor pe axul unei jaluzele din fiecare zonă, se montează un ac indicator care ne permite să vedem unghiul de înclinare a jaluzelelor pe cadranul unei scale gradate în grade. Sitele cu jaluzele care se folosesc sunt identice cu cele care se folosesc pe combinele de recoltat cereale păioase.

La capătul de evacuare a semințelor de pe grilă se montează un șubăr a cărui înălțime să poată fi reglată în funcție de timpul de reținere a semințelor pe grilă (pentru precurățire înălțime mai mică, iar pentru preuscare înălțime mai mare).

La ieșirea din camera de lucru a instalației se montează o sită (harfă) cu orificii alungite pentru a se separa impuritățile mai mici decât cultura de bază care nu s-au separat în camera de lucru. Se alege o sită din clasa II, nr. 22 din oțel cu dispunerea orificiilor în rânduri drepte. Dimensiunile orificiilor sitei sunt: $a_{or} = 2,2[\text{mm}]$, $S_{or} = 25[\text{mm}]$, $c_{tr} = 3,97[\text{mm}]$, $C_{ig} = 24[\text{mm}]$. Unghiul de înclinare al harfei față de verticală este de 35° , iar dimensiunile sitei sunt corelate cu celelalte dimensiuni ale instalației care sunt ilustrate în figura 6.3.1.2.

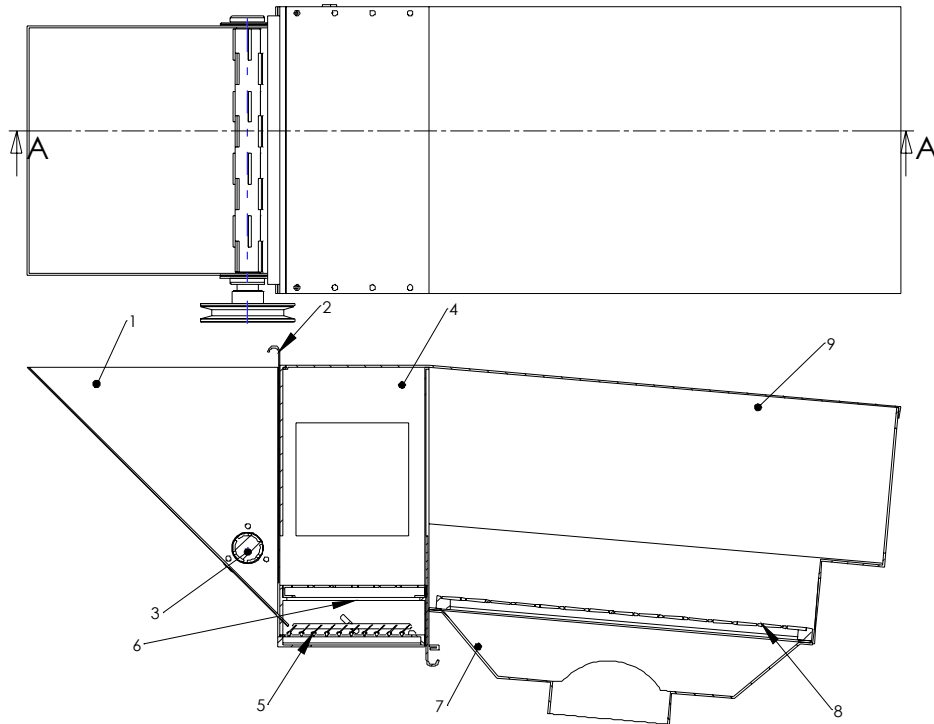


Fig.6.3.1.2 Schema camerei de lucru, coșul de alimentare, a sistemului de evacuare a impurităților și a boabelor culturii de bază: 1-coș de alimentare, 2-șuber reglare debit de alimentare cu boabe, 3-uniformizator alimentare, 4-cameră de lucru, 5-jaluzele, 6-grilă suport, 7-coș eliminare impurități mai mici decât cultura de bază, 8-grilă separare impurități mai mici decât cultura de bază din camera de evacuare semințe curate, 9-cameră eliminare impurități ușoare.

Pentru a se evidenția mai bine părțile componente ale camerei de lucru ale instalației experimentale și a sistemului de evacuare a impurităților și boabelor în figura 6.3.1.3 se prezintă o vedere tridimensională a acestora.

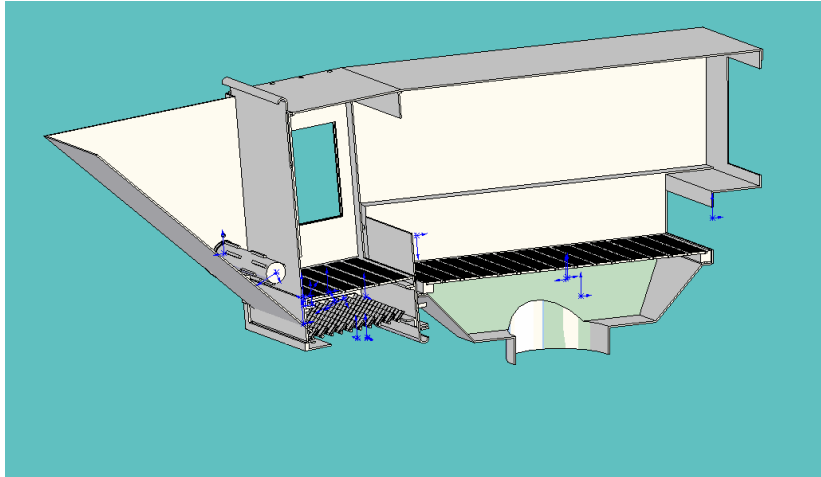


Fig.6.3.1.3 Vedere tridimensională a camerei de lucru și a sistemului de evacuarea impurităților și boabelor culturii de bază.

Modul de asamblare a camerei de lucru în cadrul instalației experimentale se prezintă în figura 5.71.4 precum și modul de acționare a acesteia în varianta cu motor electric și variator de turații.

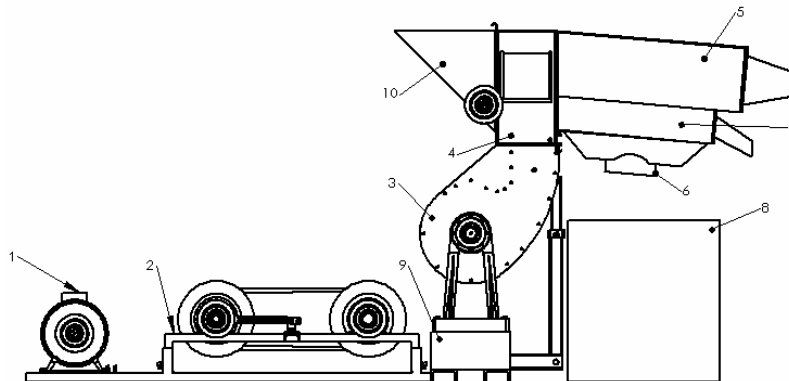


Fig.6.3.1.4 Schema instalației experimentale și a modului de antrenare în varianta cu motor electric și variator: 1-motor electric, 2-variator de turații, 3-ventilator transversal, 4-cameră de lucru, 5-cameră evacuare impurități ușoare, 6- coș eliminare impurități mai mici decât cultura de bază, 7-cameră cu grilă pentru evacuare semințele culturii de bază și separarea impurităților mai mici decât cultura de bază, 8- cuvă de colectare 9-suport de susținere, 10-coș de alimentare.

Modificarea vitezei câmpului aerodinamic realizat de către ventilatorul transversal cu care este echipat standul experimental se realizează prin modificarea turației rotorului ventilatorului transversal. Această modificare se realizează cu ajutorul unui variator de turații. Cu ajutorul acestuia se pot obține turații între 300-2000 [rot/min].

Acest motor este un motor electric asincron cu rotorul în scurtcircuit având o putere de 3 [KW]. Acest lucru asigură garanția păstrării vitezei unghiulare a rotorului la valori

constante în timpul măsurărilor. Pentru o mai bună transmitere a puterii de la motor la variator se vor folosi fulii duble pe care se pun curele trapezoidale.

Variatorul de turații împreună cu motorul electric se vor fixa pe un suport metalic rigid astfel încât în timpul funcționării să nu se producă vibrații care se transmit mai departe standului perturbând buna funcționare a acestuia.

În figura 6.3.1.5 se prezintă o vedere tridimensională secționată a instalației precum și modul desfășurării procesului de precurățire într-o astfel de instalație.

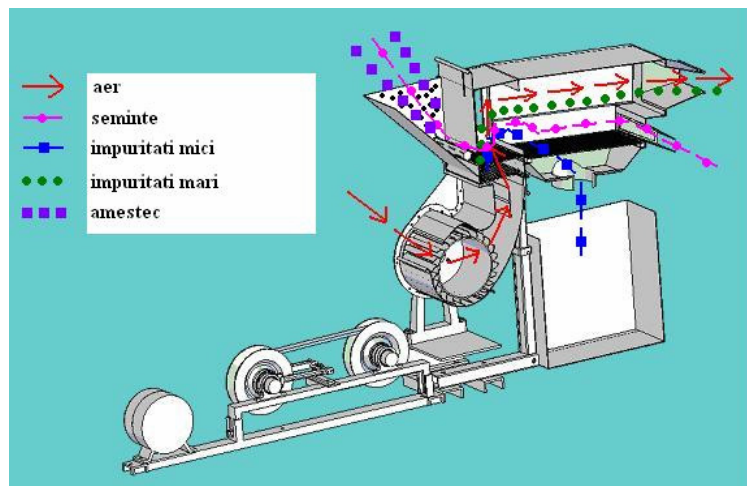


Fig.6.3.1.5. Vedere de ansamblu tridimensională a instalației, secționată și schematizarea desfășurării procesului de precurățire care se desfășoară în aceasta

În figurile 6.3.1.6 și 6.3.1.7 se prezintă vederi de ansamblu a instalației experimentale, precum și modul de acționare a acesteia în varianta de acționare cu motor electric.



Fig.6.3.1.6 Vedere de ansamblu a standului experimental și a modului de antrenare.



Fig.6.3.1.7 Vedere de ansamblu laterală a standului experimental și a modului de antrenare.

În figura 6.3.1.8 se prezintă varianta de antrenare a instalației experimentale de la priza de putere a tractorului U445.

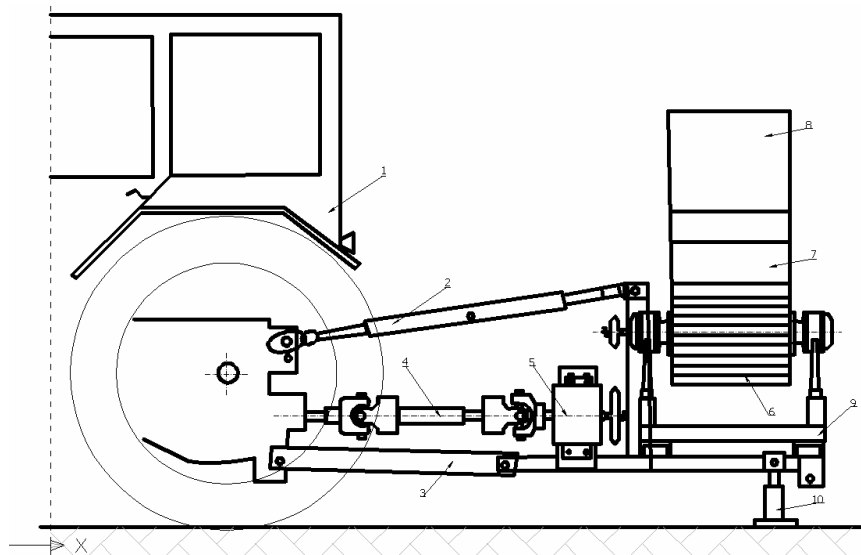


Fig.6.3.1.8 Varianta de antrenare a instalației de la priza de putere a tractorului: 1- tractor, 2-tirant central, 3-tiranții laterali ai tractorului, 4-cardan, 5-cuplaj unisens cu roată de lanț, 6-rotorul ventilatorului transversal, 7-carcasa ventilatorului transversal, 8-camara de lucru a instalației, 9-suport, 10-suport de susținere reglabil.

În varianta când instalația este antrenată de la priza de putere a unui tractor U445 instalația se prinde în tiranții laterali ai tractorului și în tirantul central al acestuia. Mișcarea de la tractor la arborele ventilatorului transversal al instalației se transmite în felul următor: de la priza de putere a tractorului care are o turație maximă de 540 [rot/min], mișcarea se transmite printr-un ax cardanic la un cuplaj unisens montat pe axul unei roți de lanț intermediare a cărei mărime este de două ori mai mare decât a celei de pe arborele ventilatorului transversal, la care mișcarea se transmite printr-un lanț, crescând astfel siguranța transmiterii raportului de amplificare a turației de la priza de putere la arborele ventilatorului. Dacă se dorește o turație mai mare la arborele ventilatorului transversal, se schimbă doar roata de lanț intermediară dimensiunea careia va fi corelată cu turația care se cere la arborele ventilatorului. În cazul folosirii instalației în regim industrial, instalația poate fi integrată într-un releu de transport cereale de la grămada de semințe spre magazia de depozitare sau spre silozuri de capacitate medie. În acest caz trebuie să se coreleze debitul instalației cu debitul releului.

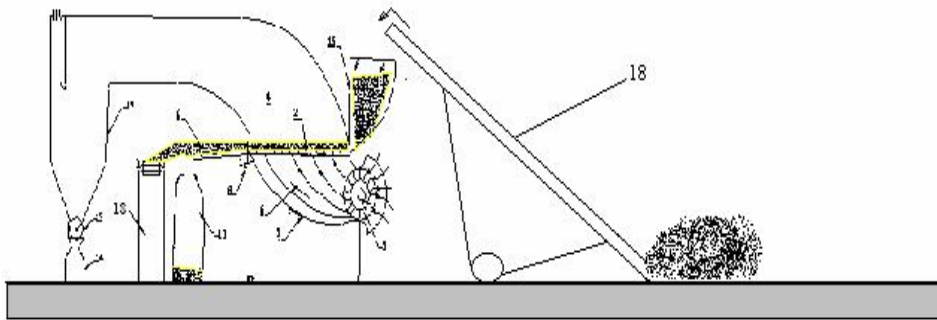


Fig. 6.3.1.9 Intercalarea instalației în cadrul unui releu de transport cereale de la grămada de descărcare a cerealelor spre magazia de depozitare.

În figura 6.3.1.9 care se reprezintă intercalarea instalației într-un releu de transport cereale. În cazul prezentat, acesta este format dintr-un transportor elicoidal 18 cu ajutorul caruia semințele sunt transportate din grămada de depozitare spre coșul de alimentare al instalației, în continuare semințele trec prin instalație unde are loc precurățirea acestora și în final sunt preluate de către banda transportoare care le duce spre magazia de depozitare unde are loc păstrarea acestora pe un timp mai îndelungat.

PARTEA A TREIA

CERCETĂRI EXPERIMENTALE ȘI STABILIREA REGIMULUI OPTIM DE EXPLOATARE A INSTALAȚIEI

CAPITOLUL 7

METODICA EXPERIMENTALĂ

7.1. CONSIDERAȚII PRIVIND APARATURA NECESARĂ

Dat fiind caracterul original al acestei cercetări rezultă că și metoda experimentală va avea caracter specific strict original. În acest scop în cadrul compartimentelor acestui capitol se prezintă ordinea de efectuare a cercetărilor, mijloacele folosite în acest scop, direcțiile în baza cărora trebuie stabiliți parametrii constructivi și funcționali pentru instrumentele și aparatele folosite.

Tehnologia dirijării procesului de preuscarea a semințelor prin aerare în regim fluidizant necesită determinarea parametrilor aerului atmosferic insuflat în masa de semințe, ai masei de semințe supuse aerării precum și ai sistemului de aerare. Determinarea exactă a parametrilor se realizează prin măsurare, utilizând instrumente și aparate de măsură specifice fiecărui parametru în parte.

Stabilirea minimului necesar de aparatură de măsură și control în tehnica aerării active s-a efectuat în concordanță cu criteriile expuse, în vederea determinării următorilor parametri:

- temperatura aerului atmosferic în °C;
- umiditatea relativă a aerului atmosferic, în %;
- temperatura masei de semințe, în °C;
- umiditatea masei de semințe, în % ;
- debitul de aer insuflat, în m³/s.

Dispozitivele și aparatele folosite pentru determinarea valorilor obținute pe cale experimentală sunt enumerate mai jos:

- a) sondă (tub Pitot-Prandtl și dispozitiv port-sondă);
- b) micromanometrul cu tub înclinat;
- c) dispozitiv de vizualizare cu fire;
- d) psihrometru cu aspirație tip "Ba 432101"
- e) cântar electronic;
- f) turometru;
- g) cronometru;
- h) wattmetru;
- i) barometru;
- j) termosondă cu termometru.

Printre considerațiile generale de măsurare a căror respectare se va urmări în mod deosebit, vor fi acelea legate de stabilirea prealabilă a unui regim staționar de funcționare. În acest scop se va urmări ca presiunea să nu varieze cu mai mult de 1.5 % și să fie eliminate influențele exterioare care pot modifica parametrii care se vor măsura. La același regim de funcționare se vor efectua trei citiri pentru fiecare punct. Înainte de începerea măsurărilor se va verifica:

- reglarea corectă a punctului zero al aparatelor;
- etanșeitatea tuburilor de legătură;
- evitarea prezenței unor picături de lichid pe traseul de circulație al aerului.

Se va urmări ca în fiecare punct de măsură axa sondei, să fie paralelă cu direcția de curgere. În acest sens, plasarea sondei pe direcția curentului va fi stabilită prin metoda vizualizării cu ajutorul firelor de bumbac. Sonda diferențială va fi direcționată prin explorarea presiunii statice, care va înregistra un maxim când tubul va fi paralel cu direcția de curgere.

7.2. PREGĂTIREA PENTRU LUCRU ȘI METODICA DE UTILIZARE A DISPOZITIVELOR ȘI APARATELOR

7.2.1. Aparat și dispozitive pentru determinarea vitezei câmpului aerodinamic

Realizarea unui curent de aer plan de către variantele de ventilatoare transversale experimentate a permis folosirea tubului Pitot-Prandtl pentru stabilirea structurii câmpului aerodinamic în secțiunea de măsurare a acestuia.

Măsurarea vitezei curentului de aer realizat de ventilatorul transversal s-a făcut indirect prin măsurarea presiunii dinamice.

În acest caz, a fost folosită microsonda diferențială prezentată în figura 7.2.1.1, cu care s-a stabilit valoarea presiunii dinamice în secțiunea de măsurare, utilizând un micromanometru cu tub înclinat din figura 7.2.1.2a, a cărui schemă este prezentată în figura 7.2.1.2b.



Fig.7.2.1.1 Microsonda diferențială



Fig.7.2.1.2a Micromanometru cu tub înclinat și sonda diferențială

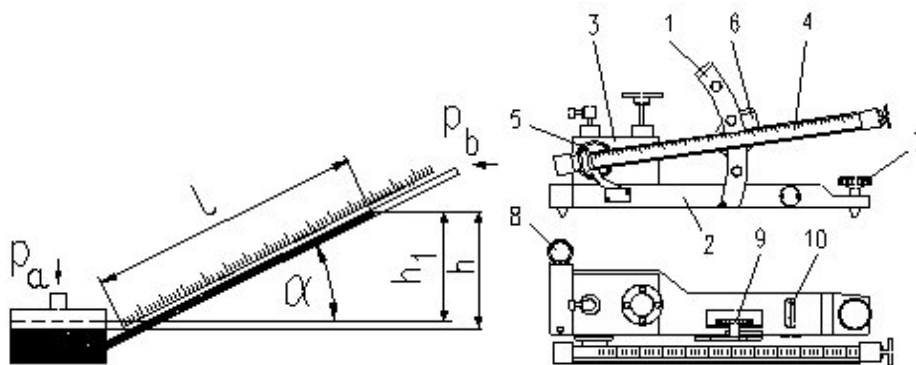


Fig.7.2.1.2b Schema micromanometrului cu tub înclinat:
 1-sector circular; 2-postament,3-rezervor;4-tub de sticlă; 5-bucșă,6-tijă; 7,8,9,10-șuruburi de reglare.

Aparatul din figura 7.2.1.2b (micromanometru cu tub înclinat) se compune dintr-un postament 2 pe care este montat rezervorul 3 care se afla în comunicație cu tubul din sticlă 4. Tubul se poate roti în plan vertical prin intermediul bucșei 5, poziția acestuia fiind fixată pe sectorul circular 1 cu ajutorul unei armături și a unei tije 6. Cu ajutorul șuruburilor 7 și 8 și a nivelelor 9 și 10 se realizează reglarea la zero a aparatului



Fig.7.2.1.c Măsurarea câmpului de viteze în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal.

Dispozitiv port-sondă

Deplasarea sondei în interiorul camerei de fluidizare precum și în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal se face cu ajutorul dispozitivului port-sondă. Schema acestui dispozitiv se prezintă în figura 7.3.1.1.

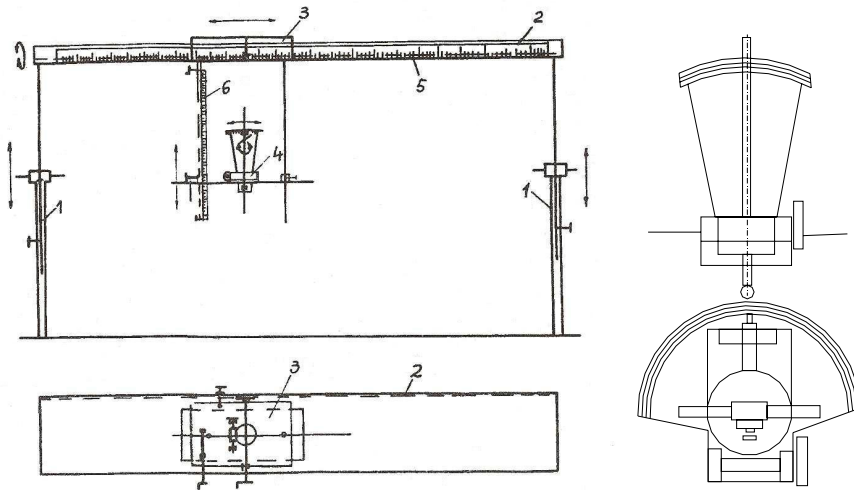


Fig. 7.3.1.1 Dispozitivul port sondă – părți componente

Dispozitivul are ca ansambluri de bază suportii 1, de lungime reglabilă, rama cu cremalieră 2, căruciorul 3 și coordonatorul port-sondă 4. Pe rama 2 și căruciorul 3 sunt fixate riglele gradate 5 și respectiv 6, care permit fixarea vârfurilor indicatoare din cadrul căruciorului, respectiv al cursorului, în poziția

indicată în schema de împărțire a suprafeței de măsurare. Coordonatorul port-sondă a fost construit după concepția celor existente în cadrul laboratorului catedrei de Mașini Hidraulice și a permis fixarea sondei după direcția de curgere a curentului de aer, în orice punct în care s-au efectuat măsurătorile.

O vedere de ansamblu și numerotarea părților componente ale dispozitivului port-sondă se prezintă în figura 7.3.1.1.

Dispozitivul permite rotirea sondei (1) în plan orizontal prin intermediul rozetei (2), șurubului fără sfârșit (3) și roții melcate (4). Unghiul de rotire în plan orizontal se citește prin intermediul săgeții indicatoare (5) pe cadrul (6), iar în plan vertical, în limitele ± 0.346 rad (20°), prin deplasarea fixatorului (7) pe glisiera în formă de arc (8), prevăzută cu un cadran unghiular pe care se blochează sonda în poziția dorită prin șurubul (9).

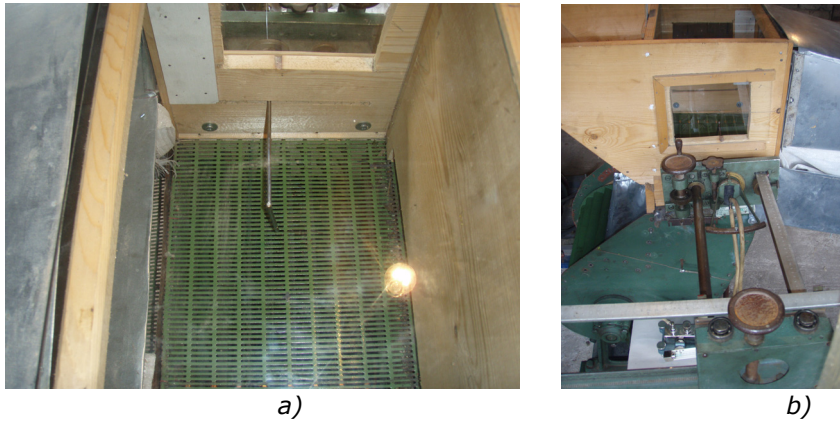


Fig.7.3.1.2 a) – măsurarea câmpului de viteze cu sonda Pitot – Prandtl în camera de lucru a instalației; b) -folosirea dispozitivului port-sonda pentru măsurarea câmpului de viteze în camera de lucru a instalației



Fig. 7.3.1.3 Folosirea dispozitivului port-sondă pentru poziționarea sondei în punctele de măsurare pentru determinarea câmpului de viteze la gura de refulare a ventilatorului transversal.

Etalonarea sondei Pitot-Prandtl

- Etalonarea sondei Pitot-Prandtl a fost realizată în tunelul aerodinamic al Catedrei de Mașini Hidraulice a Universității "Politehnica" Timișoara în următoarele condiții:
- temperatura aerului $t_{\text{aer}}=28$ [°C]
- presiunea atmosferică $p_{\text{atm}}=1,120 \cdot 10^5$ [Pa]
- umiditatea relativă $\varphi = 0.46$ [%]
- diametrul $D=0.8$ [m]
- diametrul $d=0.4$ [m]
- presiunea $p_{\text{vcs}}=3779$ [Pa]
- $R=287$ [J / (kg·°C)]
- temperatura $T=273,1 + t$
- densitatea alcoolului $\rho_{\text{alcool utilizat}}=883$ [Kg/m³]
- densitatea apei $\rho_{\text{H}_2\text{O}}=1000$ [Kg/m³]
- densitatea alcoolului etalonat $\rho_{\text{alcool etalonat}}=803$ [Kg/m³]

Schema tunelului aerodinamic în care s-a efectuat etalonarea sondei se prezintă în figura 7.2.1.3.

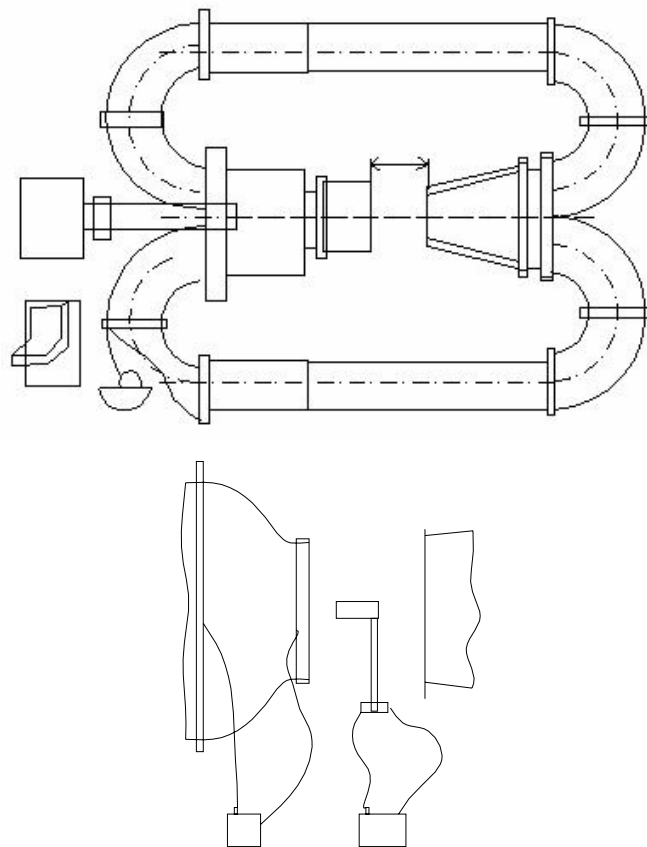


Fig. 7.2.1.3 Schema tunelului aerodinamic folosit pentru etalonarea sondei diferențiale

Având la dispoziție aceste date putem calcula următoarele mărimi:

-densitatea aerului

$$\rho_{aer} = \frac{p_{atm}}{RT} \left(1 - X \frac{p_{vas}}{p_{atm}} \right) \quad 7.2.1.1$$

- viteza

$$v = \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]} \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho_{aer}}} \quad 7.2.1.2$$

- variația presiuni

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \rho_{H_2O} \cdot K_{aj} \cdot L_{aj} \frac{\rho_{alcooolutilizat}}{\rho_{alcooletalonat}} \quad 7.2.1.3$$

- formula de calcul a vitezei este:

$$v = \zeta \cdot \sqrt{\frac{2p_{dinamic}}{\rho_{aer}}} \quad 7.2.1.4$$

- presiunea dinamică se determină cu formula:

$$p_{din} = \rho_{H_2O} \cdot K_s \cdot L_s \cdot \frac{\rho_{alcooolutilizat}}{\rho_{alcooletalonat}} \quad 7.2.1.5$$

În urma măsurătorilor și a calculelor efectuate pentru determinarea datelor de etalonare a sondei Pitot-Prandtl s-a întocmit tabelul 7.2.1.1.

Tabelul 7.2.1.1.
Date pentru etalonarea sondei Pilot-Prandtl

Nr.crt	L ajutoraj	K ajutoraj	P ₂ -p ₂	v	Z	L sonda	K sonda	p _{din}
1	0,001	0,20	0,22	0,63	0,48	0,005	0,20	1,09962
2	0,004	0,20	0,88	1,25	0,75	0,008	0,20	1,759392
3	0,007	0,20	1,54	1,66	0,85	0,011	0,20	2,419164
4	0,011	0,20	2,42	2,08	0,91	0,015	0,20	3,29886
5	0,015	0,20	3,30	2,43	0,92	0,020	0,20	4,39848
6	0,017	0,20	3,74	2,58	0,94	0,022	0,20	4,838328
7	0,021	0,20	4,62	2,87	0,98	0,025	0,20	5,4981
8	0,025	0,20	5,50	3,13	1,01	0,028	0,20	6,157872
9	0,029	0,20	6,38	3,37	1,05	0,030	0,20	6,59772
10	0,033	0,20	7,26	3,60	1,07	0,033	0,20	7,257492
11	0,038	0,20	8,36	3,86	1,08	0,037	0,20	8,137188

12	0,042	0,20	9,24	4,06	1,07	0,042	0,20	9,236808
13	0,046	0,20	10,12	4,25	1,06	0,047	0,20	10,33643
14	0,054	0,20	11,88	4,61	1,11	0,050	0,20	10,9962
15	0,059	0,20	12,98	4,81	1,10	0,056	0,20	12,31574
16	0,068	0,20	14,95	5,17	1,12	0,062	0,20	13,63529
17	0,083	0,20	18,25	5,71	1,11	0,077	0,20	16,93415
18	0,094	0,20	20,67	6,08	1,08	0,092	0,20	20,23301
19	0,107	0,20	23,53	6,48	1,07	0,106	0,20	23,31194
20	0,110	0,20	24,19	6,57	1,07	0,110	0,20	24,19164
21	0,121	0,20	26,61	6,89	1,08	0,119	0,20	26,17096
22	0,126	0,20	27,71	7,03	1,08	0,124	0,20	27,27058
23	0,142	0,20	31,23	7,47	1,08	0,139	0,20	30,56944
24	0,158	0,20	34,75	7,88	1,10	0,150	0,20	32,9886
25	0,178	0,20	39,15	8,36	1,08	0,175	0,20	38,4867
26	0,078	0,50	42,89	8,75	1,07	0,078	0,50	42,88518
27	0,084	0,50	46,18	9,08	1,08	0,082	0,50	45,08442
28	0,090	0,50	49,48	9,40	1,07	0,089	0,50	48,93309
29	0,096	0,50	52,78	9,71	1,07	0,096	0,50	52,78176
30	0,101	0,50	55,53	9,96	1,07	0,101	0,50	55,53081
31	0,107	0,50	58,83	10,25	1,08	0,105	0,50	57,73005
32	0,114	0,50	62,68	10,58	1,08	0,112	0,50	61,57872
33	0,118	0,50	64,88	10,76	1,07	0,117	0,50	64,32777

Coeficientul de corelație ζ al sondei Pitot-Prandtl a fost stabilit în urma etalonărilor în tunelul aerodinamic la valoarea de 1,02.

În urma stabilirii valorii coeficientului de corecție ζ a fost posibilă stabilirea valorilor presiunii dinamice și a vitezei curenului de aer, funcție de lungimea coloanei de lichid din tubul micromanometrului, prezentate în tabelul 7.2.1.2 și s-a trasat graficul din figura 7.2.1.1.

Valoarea reală a vitezelor în punctele de măsură s-a stabilit pe baza indicațiilor curbei de etalonare prezentată în figura 7.2.1.1.

Tabelul 7.2.1.2

Valorile vitezelor câmpului aerodinamic în funcție de citirile făcute cu ajutorul micromanometrului cu tub înclinat

Ls [mm]	p_d [Pa]	v [m/s]
0	0	0
10	5.45	3.03
20	10.9	4.3
30	16.35	5.3
40	21.8	6.06
50	27.25	6.8
60	32.7	7.43
70	38.15	8.02
80	43.6	8.58
90	49.05	9.10
100	54.5	9.59
110	59.95	10.06
120	65.4	10.51
130	70.85	10.94
140	76.3	11.35
150	81.75	11.75
160	87.2	12.3
170	92.65	12.51
180	98.1	12.87
190	103.55	13.22
200	109	13.57

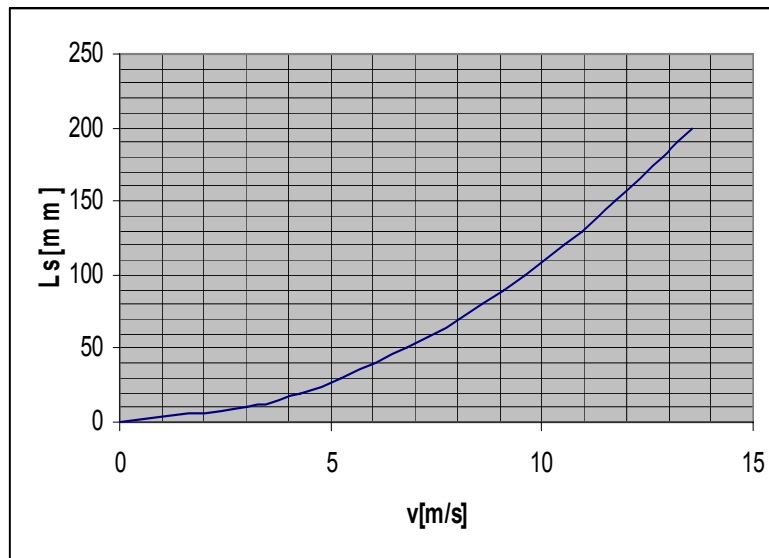


Fig.7.2.1.1 Variația vitezei câmpului aerodinamic în funcție de citirile făcute pe tubul micromanometrului cu tub înclinat cu ocazia efectuării încercărilor experimentale

Cu ajutorul graficului din figura 7.2.1.1 se poate determina direct viteza câmpului aerodinamic în m/s pe baza citirilor făcute pe tubul micromanometrului înclinat în mm.

7.2.2. Aparate pentru măsurarea parametrilor de stare a aerului

7.2.2.1. Aparare pentru determinarea temperaturii, umidității relative a aerului atmosferic și a presiunii atmosferice

Temperatura aerului s-a măsurat cu ajutorul termometrului electronic digital. Termometrul electronic digital MSI T3 este termometru portabil digital, cu domeniul de masură: -40,0 to +199,9 °C și +200 to +800 °C .

Acuratețea acestuia este în funcție de termocuplul utilizat (type K (Ni-CrNi)) tipic 1% din valoarea măsurată.



Fig.7.2.2.1.1 Termometru electronic digital

Determinarea umidității relative a aerului atmosferic s-a făcut cu ajutorul psihrometrului cu aspirație de tip "Ba 432101".

Psihrometrul este un aparat alcătuit din două termometre: un termometru uscat și un termometru umed. Termometrul uscat măsoară temperatura mediului ambiant. Rezervorul termometrului umed este îmbrăcat cu un tifon (sau cu o altă țesătură), umezit în permanență cu apă distilată; termometrul umed măsoară temperatura apei care se evaporă, egală cu temperatura stratului de vapori format la suprafața tifonului .

Psihrometrul are un mic ventilator acționat cu ajutorul unui arc care aspiră aer în jurul termometrelor, cu viteza de 2,5 m/s.

La punerea în funcțiune se umezește tifonul cu care este îmbrăcat termometrul umed, cu apă fiartă sau distilată. Mecanismul de acționare (cu arc) al aspiratorului se pune în funcțiune cu ajutorul unei chei pentru tragerea arcului. Turbina aspiratorului astfel pusă în mișcare se lasă să se rotească până se observă marcajul de pe carcasa arcului la fereastra de vizitare a aparatului, după care executăm din nou tragerea arcului până la capăt. Citirea valorilor de pe termometre se face în momentul în care marcajul de pe carcasa arcului apare a treia oară în vizor.

Pentru un control de siguranță la a patra rotație se va face încă o citire a valorilor de pe termometru care să nu fie modificată față de primele.

Înainte de utilizare, termometrele se aerisesc timp de 4-5 minute după care se vor face citirile.

În figura 7.2.2.2 se prezintă o vedere de ansamblu a acestuia:



Fig.7.2.2.2 Psihrometru Ba 432101

Presiunea atmosferică s-a măsurat cu barometrul aneroid. O vedere de ansamblu a acestuia se prezintă în figura 7.2.2.3



Fig.7.2.2.3 Barometru aneroid

7.2.3. Aparate pentru determinarea parametrilor amestecului de semințe supus prelucrării

7.2.3.1 Măsurarea temperaturii masei de semințe

Temperatura masei de semințe depozitate în vrac se determină în mod diferit în funcție de spațiul de depozitare:

- la magazii (în spații desfășurate pe orizontală), temperatura masei de semințe se determină cu ajutorul termosondelor sau al instalațiilor fixe de detectare a temperaturii.
- termosonda cu termometru permite măsurarea temperaturii în vracul de cereale până la o adâncime de 3 - 3,5 m cu cele trei bare din dotare și până la 4 - 5 m

cu bare prelungitoare. Utilizează pentru măsurare un termometru tehnic T 42. Timpul de răspuns: 15 -20 minute.

Temperatura semințelor care s-au folosit pentru determinările experimentale s-a folosit termometrul cu infraroșii a cărui vedere de ansamblu se prezintă în figura de mai jos. Precizia de măsurare este de $\pm 2\%$ din valoarea măsurată.



Fig.7.2.3.1.1 Termometru electronic cu raze infraroșii

7.2.3.2. Determinarea umidității amestecului

Determinarea umidității amestecului de semințe experimentale s-a efectuat cu umidometrul electronic GAC 2100, la probele extrase de regulă din aceleași puncte unde s-au măsurat și temperaturile. S-au luat în calcul valorile cele mai mari, constatate, din lotul sondat.

Aparatul s-a așezat pe o suprafață orizontală. Alegerea locului de amplasare a aparatului are o importanță deosebită în efectuarea corectă a măsurătorilor. Acest loc nu trebuie să fie între uși și ferestre deschise care să provoace curenți puternici de aer; aparatul să nu fie scuturat și deplasat în timpul lucrului; reglarea punctului zero al aparatului. Precizia umidometrului GAC 2100 este de $\pm 1\%$ din valoarea măsurată. Ca regulă generală, pentru determinarea umidității oricărui produs s-au făcut minim două măsurători și s-au luat ca rezultat final media aritmetică a celor două valori dacă diferența dintre cele două este de sub 0,2 procente pentru umiditate sub 16 % și 0,4 procente de umiditate la cele cu umiditatea mai mare de 16 %. Un astfel de aparat se prezintă în figura 7.2.3.2.



Fig.7.2.3.2 Umidometru electronic GAC 2100

7.2.3.3 Determinarea impurităților din masa de semințe

Determinarea impurităților din masa de semințe s-a făcut cu ajutorul unui set de site a căror vedere de ansamblu se prezintă în figura 7.2.3.3; în această figură se mai prezintă și o vedere de ansamblu a unui uniformizator amestec de semințe care se folosește la uniformizarea amestecului înainte de a determina umiditatea acestuia și gradul de impurificare al amestecului de semințe.

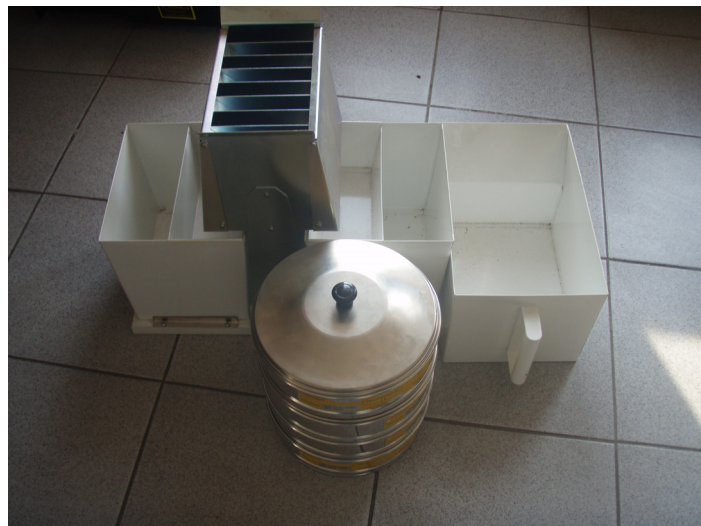


Fig.7.2.3.3 Uniformizator amestec de semințe și site pentru determinarea impurităților.

7.2.4. Aparate pentru măsurarea turației și puterii la arborele ventilatorului transversal

Măsurarea turației arborelui ventilatorului și verificarea menținerii ei constante în timpul experimentărilor s-a făcut folosind tahometrul mecanic portabil din figura 7.2.4.1a a cărei schemă este prezentată în figura 7.2.4.1b

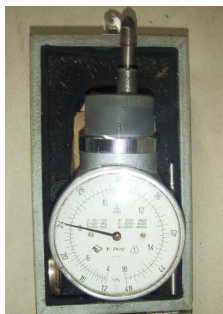


Fig. 7.2.4.1a Vedere de ansamblu a tahometrului mecanic

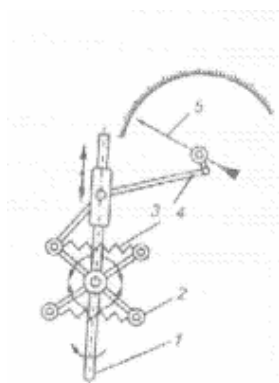


Fig. 7.2.4.1b Schema tahometrului mecanic cu traductor centrifugal 1 – axul tahometrului, 2 -contragreutăți, 3- resort, 4 - pârghie 5- ac indicator.

Puterea consumată de motorul electric pentru antrenarea ventilatorului în timpul încercărilor s-a stabilit folosind wattmetrul prezentat în figura 7.2.4.



Fig.7.2.4.2 Wattmetru.

7.2.5. Vizualizarea câmpului aerodinamic cu ajutorul dispozitivului de vizualizare cu fire.

Scopul acestui dispozitiv (figura 7.2.5.1) este de a pune în evidență liniile de curgere ale curentului aerodinamic furnizat de către ventilatorul transversal.

Acest dispozitiv este format dintr-o tijă pe care sunt legate fire de sfoară. Dispozitivul s-a introdus în interiorul camerei de fluidizare, iar fixarea lui s-a făcut prin intermediul unor canale practicate pe pereții laterali ai camerei. După pornirea instalației firele s-au ridicat și au format un anumit unghi față de orizontală, acesta fiind de fapt unghiul pe care îl fac liniile de câmp față de orizontală (figura 7.2.5.2).



Fig.7.2.5.1 Dispozitiv de vizualizare cu fire.

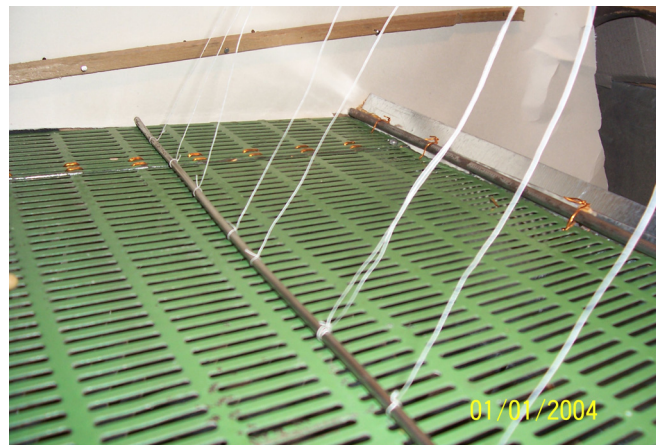


Fig.7.2.5.2 Vizualizarea câmpului aerodinamic cu ajutorul dispozitivului cu fire.

7.2.6. Aparate pentru determinarea masei amestecului cerealier, plevei, impurităților și a timpului de trecere prin instalație.

Determinarea masei acestora s-a făcut cu ajutorul cântarului electronic.

În figura 7.2.6.1 se prezintă o vedere de ansamblu a acestuia. Domeniul de cântărire este cuprins între 0-50 Kg, iar precizia de cântărire este de \square 1%.



Fig. 7.2.6.1 Cântar electronic.

Timpii de trecere, respectiv de staționare a amestecului prin / în instalație se face cu ajutorul cronometrului.

O vedere de ansamblu se prezintă în figura 7.2.6.2.



Fig. 7.2.6.2 Cronometru.

7.3. METODICA EXPLORĂRII CÂMPURILOR DE VITEZE ALE AERULUI LA GURA DE REFLARE A VENTILATORULUI TRANSVERSAL

7.3.1. Metodica împărțirii secțiunii de măsură în vederea trasării structurii câmpului aerodinamic refulat de către ventilatorul transversal.

În scopul obținerii unor date primare, cât mai apropiate de realitate privind măsurarea câmpului de viteze realizat de ventilatorul transversal, se impun studii privind accesul sondei de la tubul Pitot-Prandtl astfel încât precizia de măsurare să fie cât mai mare și în același timp să se respecte distanțele minime față de rotorul ventilatorului și pereții laterali ai acestuia.

În vederea ridicării datelor pentru stabilirea vitezei curentului de aer, secțiunea în care se efectuează măsurătorile este împărțită într-un număr de secțiuni echivalente. Sonda de măsurare este plasată în centrul acestor secțiuni și dirijată după direcția liniilor de curgere a aerului cu precizie și multă ușurință, datorită construcției adecvate a dispozitivului coordonator al sondei.

Deplasarea sondei în interiorul camerei de fluidizare precum și în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal se face cu ajutorul dispozitivului port-sondă.

Literatura de specialitate nu prezintă recomandări concrete cu privire la stabilirea numărului minim de puncte de măsură în secțiunea de măsurare a ventilatoarelor, astfel încât să se obțină o precizie cât mai mare a măsurătorilor.

În lucrarea [14] se recomandă ca acest număr, în cazul curgerii apei prin canalele dreptunghiulare, să satisfacă următoarea condiție: $14 \cdot \sqrt{A} \leq n \leq 25 \cdot \sqrt{A}$, în care n – numărul punctelor de măsurare; A - secțiunea canalului de curgere în m^2 .

De asemenea se recomandă împărțirea unei secțiuni a canalului ventilatorului așa cum este prezentată în figura 7.3.1.3.

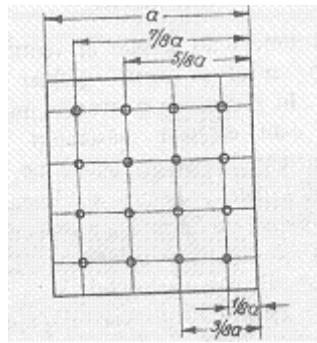


Fig.7.3.1.3 Schema distribuției punctelor de măsurare în secțiunea canalului ventilatorului.

Ținând seama de recomandările făcute mai sus, în figura 7.3.1.4 se prezintă repartizarea riguroasă a punctelor de măsură în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal al camerei de lucru al standului experimental.

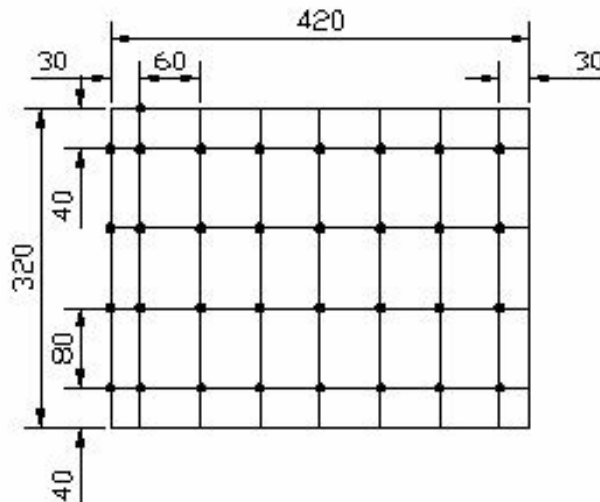


Fig.7.3.1.4 Repartizarea punctelor de măsurare în secțiunea de refulare a ventilatorului.

În figura 7.3.1.5 se prezintă repartizarea riguroasă a punctelor de măsură pe suprafața grilei suport din camera de lucru a standului.

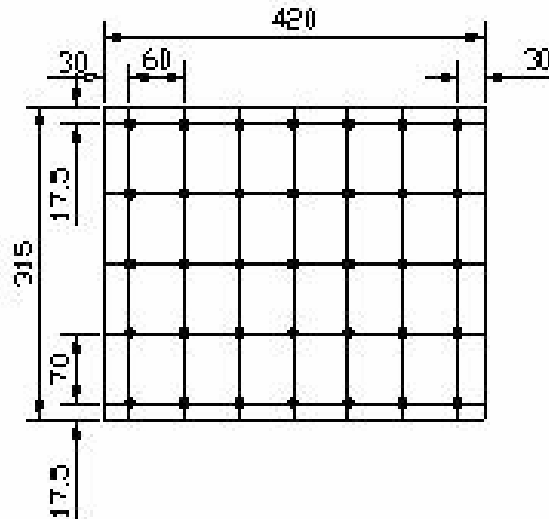


Fig.7.3.1.5 Repartizarea punctelor de măsură pe grila suport a camerei de lucru.

7.3.1.1. Erori la măsurarea presiunilor și vitezelor

Pentru a putea stabili precizia pe care se poate conta la interpretarea valorilor numerice obținute, se prezintă în continuare calculul erorilor care se consideră că au afectat rezultatele finale la stabilirea presiunilor și vitezelor curentului de aer.

Întrucât ventilatoarele transversale experimentale fac parte din categoria ventilatoarelor de joasă presiune, s-a utilizat pentru măsurarea presiunilor micromanometrul cu tub înclinat cu un anumit unghi α față de orizontală prin această înclinare putându-se obține deplasări mari ale lichidului în tub la variații mici ale presiunii.

Relația de calcul a presiunii măsurate cu aceste aparate este următoarea:

$$p = \gamma \cdot h \cdot \left(l + \frac{d^2}{D^2} \right), \quad 7.3.1.1.1$$

unde: γ - este greutatea specifică a lichidului din micromanometru;
 $h = l \cdot \sin \alpha$ denivelarea lichidului în micromanometrul cu tub înclinat;
 l -este lungimea coloanei de lichid din tub față de reperul zero;
 d - diametrul tubului înclinat;
 D diametrul rezervorului.

Deoarece pentru aceste aparate raportul $d/D < 1/25$ relația presiunii se poate scrie:

$$p = \gamma \cdot l \cdot \sin \alpha \quad 7.3.1.1.2$$

Aplicând relația de calcul a erorilor se obține:

$$\frac{\Delta p}{p} = \pm \left(\frac{\Delta \gamma}{\gamma} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta \sin \alpha}{\sin \alpha} \right) \quad 7.3.1.1.3$$

Pentru stabilirea greutății specifice a alcoolului utilizat în acest micromanometru se folosesc tabele de specialitate în care valorile sunt date cu un număr mare de zecimale, astfel că eroarea relativă maximă ce se poate face nu depășește valoarea de 0,01%.

În aceste condiții se poate considera $\frac{\Delta \gamma}{\gamma} \cong 0$. 7.3.1.1.4

Eroarea Δl de măsurare a deplasării lichidului în tub se datorează în special erorii de citire a nivelului lichidului.

Evaluând această eroare la 0,5 mm, rezultă pentru eroarea relativă

$$\frac{\Delta l}{l} = \pm \frac{0,5}{200} \cdot 100 = \pm 0,25\% \quad 7.3.1.1.5$$

Eroarea $\frac{\Delta \sin \alpha}{\sin \alpha}$ poate proveni dintr-o așezare defectuoasă a aparatului deoarece eroarea datorită fabricației este eliminată cu ocazia operației de etalonare.

Eroarea relativă la determinarea termenului $\sin \alpha$ este:

$$\frac{\Delta \sin \alpha}{\sin \alpha} = \pm \Delta \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad 7.3.1.1.6$$

se încadrează în clasa de precizie de 1% a aparatului utilizat.

În ceea ce privește erorile la măsurarea vitezelor curentului de aer se observă că elementele componente ale relației cu ajutorul căreia s-a calculat viteza, sunt dependente direct de turație și temperatură.

Astfel presiunea dinamică variază direct proporțional cu pătratul turației rotorului ventilatorului și invers proporțional cu temperatura absolută.

Astfel dacă n și t sunt mărimile pentru care se calculează presiunea dinamică p_d la o variație a turației și temperaturii corespunzătoare valorilor n' și t' , rezultă:

$$p'_d = p_d \cdot \left(\frac{n'}{n} \right)^2 \cdot \frac{27314+t}{27314+t'} [mm\text{col}H_2O] = 9,81 \cdot p_d \cdot \left(\frac{n'}{n} \right)^2 \cdot \frac{27314+t}{27314+t'} [N/m^2] \quad 7.3.1.1.7$$

Rezultă că relația de calcul a vitezei poate fi scrisă sub forma funcției: $v = f(p_d, n, t)$.

Eroarea absolută a unei măsurători este diferențiala totală a funcției ce exprimă măsurarea.

Calculând diferențiala totală a funcției de mai sus rezultă:

$$dV = \frac{\partial (c_n \cdot \sqrt{p_d})}{\partial p_d} \cdot dp_d + \frac{\partial (c_n \cdot \sqrt{p_d})}{\partial t} \cdot dt + \frac{\partial (c_n \cdot \sqrt{p_d})}{\partial n} \cdot dn \quad 7.3.1.1.8$$

Folosind în locul infiniților mici însăși mărimile ce exprimă erorile aparatelor și anume:

Δp_d - eroarea absolută la măsurarea presiunii dinamice în mm col. apă

Δt - eroarea absolută la măsurarea temperaturii în °C

Δn - eroarea absolută la măsurarea turației în rot/mim,
rezultă în urma unor transformări:

$$\Delta V = \frac{1}{2} \cdot \frac{c_n^2}{V} \cdot \Delta p_d + V \cdot \frac{\Delta n}{n} + \frac{1}{2} \cdot V \cdot \frac{\Delta t}{273,14 + t} \quad [m/s] \quad 7.3.1.1.9$$

de unde:

$$\frac{\Delta V}{V} = \pm \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{c_n^2}{V^2} \cdot \Delta p_d + \frac{\Delta n}{n} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta t}{273,14 + t} \right) \cdot 100 \quad [\%] \quad 7.3.1.1.10$$

7.3.1.2. Stabilirea neuniformității câmpurilor aerodinamice

Analiza comparativă a câmpurilor aerodinamice realizate, sub aspectul uniformității acestor câmpuri, se face pe baza coeficientului neuniformității generale n_g care se stabilește cu expresia următoare:

$$n_g = \frac{\sigma}{v_{mg}} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{\frac{\sum_1^n (v_i - v_{mg})^2}{n-1}}}{\sum_1^n \frac{v_i}{n}} \cdot 100\% \quad 7.3.1.2.1$$

Coeficientul neuniformității pe lățimea canalului de refulare al ventilatorului se stabilește cu expresia următoare:

$$n_B = \frac{\sigma'}{v_{mg}} \cdot 100 = \frac{\sqrt{\frac{\sum_1^{n'} (v_i' - v_{mg})^2}{n'-1}}}{\sum_1^n \frac{v_i}{n}} \cdot 100\% \quad 7.3.1.2.2$$

în care:

v_i - viteza instantanee în punctul măsurat în secțiunea orizontală pe lățime;

v_i' - viteza măsurată în punctul de pe secțiunea verticală pe înălțime;

v_{mg} - viteza medie generală;

n - numărul total de puncte de măsură distribuite pe secțiunea finală în care se fac măsurătorile;

n' - numărul de puncte de pe secțiunile verticale.

Stabilirea abaterilor valorilor externe, în raport cu valoarea medie generală, s-a făcut cu ajutorul coeficienților de abatere în raport cu limita superioară respectiv inferioară, propuși de V.V. Botmanov.

Coeficientul de abatere a câmpului în raport cu limita superioară:

$$a_s = \left(\frac{v_{\max}}{v_{mg}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad 7.3.1.2.3$$

iar abaterea în raport cu limita inferioară:

$$a_i = \left(1 - \frac{v_{\min}}{v_{mg}} \right) \cdot 100\% \quad 7.3.1.2.4$$

în care: v_{\max} , v_{\min} , v_{mg} reprezintă viteza curentului de aer maximă, minimă și medie, în zona în care s-au efectuat măsurătorile.

Caracterizarea curentului cu ajutorul coeficientului de abatere superioară a_s , respectiv inferioară a_i se poate face dacă vectorii vitezelor în diferitele puncte ale secțiunii sunt paraleli.

În realitate, ventilatoarele realizează câmpuri aerodinamice în cadrul cărora vectorii viteză sunt neuniformi, atât ca mărime cât și ca direcție. De aceea, pentru determinarea abaterilor a_s și a_i trebuie să se cunoască valorile v_{\min} și v_{\max} din proiecțiile minimă și respectiv maximă a vectorilor viteză pe axa curentului, iar v_{mg} reprezintă media proiecției vectorilor viteză pe axa curentului.

Coeficientul de abatere în planul vertical longitudinal poate fi exprimat sub forma:

$$a_{i_{\max}} = \left(1 - \frac{v \cdot \cos \delta_{\max}}{v} \right) \cdot 100 = (1 - \cos \delta_{\max}) \cdot 100\% \quad 7.3.1.2.5$$

iar pentru abaterea în plan vertical transversal:

$$a_{t_{\max}} = \left(1 - \frac{v \cdot \cos \varphi_{\max}}{v} \right) \cdot 100 = (1 - \cos \varphi_{\max}) \cdot 100\% \quad 7.3.1.2.6$$

Se știe că ventilatorul transversal asigură o curgere plană, vectorii viteză fiind diferiți ca mărime în planul vertical longitudinal, însă totdeauna paraleli între ei. În aceste condiții, pentru caracterizarea câmpurilor aerodinamice realizate de aceste ventilatoare, se apelează doar la coeficienții a_s și a_i .

Valorile medii pentru determinările grafice au fost obținute pe baza mediei aritmetice a șapte determinări pentru același punct, pentru care s-a calculat abaterea standard și s-a constatat că aceste valori au o abatere standard normală.

7.3.2. Determinarea vitezelor câmpului aerodinamic în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal și reprezentarea grafică a acestora la turația de 1100 rot / min.

Valorile citite în milimetri coloană de apă la micromanometrul cu tub înclinat în urma efectuării măsurătorilor la turația de 1100 rot / min s-au trecut în tabelul 7.3.2.1.

Tabelul 7.3.2.1

Valorile citite la micromanometru cu tub înclinat în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal la turați de 1100 rot/min

SI SL	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	81	181	189	189	189	177	83
2	78	136	162	162	162	144	79
3	78	115	148	148	148	119	79
4	78	94	105	105	105	94	79

Pe baza rezultatelor care s-au obținut și s-au centralizat în tabelul 7.3.2.1 s-au determinat vitezele câmpului aerodinamic în secțiune de refulare a ventilatorului transversal. În tabelul 7.3.2.2 s-au centralizat aceste valori iar în figura 7.3.2.1 s-au reprezentat grafic vitezele câmpului aerodinamic în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal (S_T -secțiunea transversală a difuzorului ventilatorului transversal, S_L -secțiunea longitudinală a difuzorului ventilatorului transversal).

Tabelul 7.3.2.2

Vitezele câmpului aerodinamic în secțiunea de refulare a ventilatorului (S_T -secțiunea transversală a difuzorului ventilatorului transversal, S_L -secțiunea longitudinală a difuzorului ventilatorului transversal)

SI SL	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	8.6	12.9	13.6	13.6	13.6	12.9	8.7
2	8.4	11.1	12.4	12.4	12.4	11.5	8.5
3	8.4	10.3	11.6	11.6	11.6	10.5	8.5
4	8.4	9.3	9.7	9.7	9.7	9.3	8.5

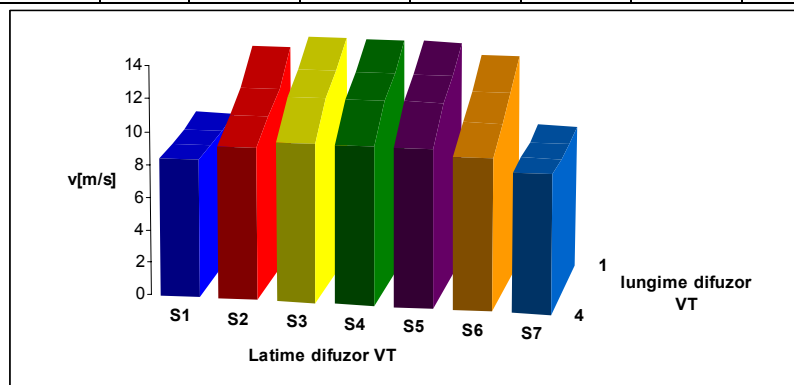


Fig.7.3.2.1 Vitezele câmpului aerodinamic în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal.

Valorile vitezelor câmpului aerodinamic în secțiunea de refulare a ventilatorului transversal variază între 8.6-13.6 [m/s], fiind mai mari în zona carcasei inferioare și în zona centrală a difuzorului și descresc treptat spre carcasa inferioară și spre zonele laterale ale acestuia.

7.3.3 Determinarea vitezelor câmpului aerodinamic deasupra grilei în camera de lucru a standului experimental.

Pe baza citirilor efectuate la micromanometrul cu tub înclinat deasupra grilei în camera de lucru a standului experimental s-a întocmit tabelul 7.3.3.1.

*Tabelul 7.3.3.1
Valorile presiunilor citite la micromanometrul cu tub înclinat deasupra grilei în camera de lucru a standului la turația de 1100 rot/min*

SI SL	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	51	115	128	128	128	118	53
2	48	87	109	109	109	109	50
3	48	76	94	94	94	78	50
4	48	68	68	68	68	62	50

Pe baza rezultatelor care s-au obținut și s-au centralizat în tabelul 6.3.3.1 s-au determinat vitezele câmpului aerodinamic în camera de lucru a standului deasupra grilei. În tabelul 6.3.3.2 s-au centralizat aceste valori iar în figura 6.3.3.1 s-au reprezentat grafic vitezele câmpului aerodinamic în camera de lucru a standului experimental deasupra grilei.

*Tabelul 7.3.3.2
Vitezele câmpului aerodinamic [m/s] în camera de lucru a standului experimental (S_T-secțiunea transversală a camerei de lucru a instalației, S_L-secțiunea longitudinală a camerei de lucru a instalației)*

SI SL	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	6.9	10.3	10.8	10.8	10.8	10.3	6.9
2	6.7	8.8	9.9	9.9	9.9	9.2	6.8
3	6.7	8.2	9.2	9.2	9.2	8.4	6.8
4	6.7	7.4	7.7	7.7	7.7	7.4	6.8

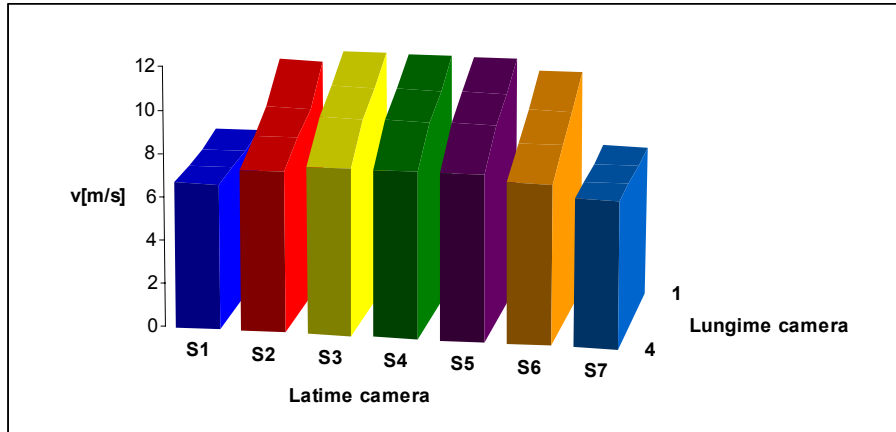


Fig.7.3.3.1 Vitezele câmpului aerodinamic în camera de lucru a standului experimental.

Valorile vitezelor în camera de lucru a instalației variază între 6.9-10.8 [m/s] fiind mai mari în zona de alimentare cu semințe a camerei și descresc treptat spre zona de evacuare a semințelor din camera de lucru și spre zonele laterale ale acesteia.

7.3.4. Trasarea curbelor caracteristice interioare ale ventilatorului transversal

Pentru a cunoaște cât mai bine comportarea ventilatoarelor, se construiesc diagrame în care se reprezintă grafic variația caracteristicilor ventilatorului în funcție de debit pentru anumite turații constante [96].

Practic, ventilatoarele funcționează la turație constantă și la debite variabile. Principalele caracteristici sunt: presiunea realizată, notată cu D_p , puterea electrică absorbită din rețea notată cu P_a și randamentul ventilatorului η .

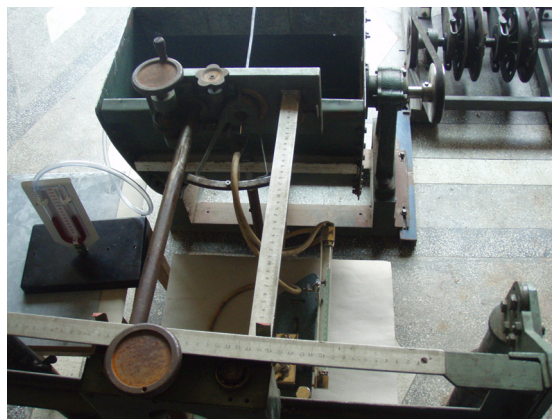


Fig.7.3.4.1 Vedere de ansamblu cu aparatele și dispozitivele folosite pentru ridicarea caracteristicii ventilatorului cu care este echipat standul experimental

Principalele părți ale instalației experimentale sunt (fig.7.3.4.1): ventilatorul transversal ; motorul electric pentru antrenarea ventilatorului ;zona de aspirație ; șubăr de reglare a debitului de aer ; tub manometric "U" cu apă ; tub pneumometric de tip "PITOT" ; micromanometru ; contor electric trifazat. Pentru poziția robinetului închisă, ventilatorul nu livrează aer ($D_v = 0$), puterea utilă fiind $P_u = 0$, iar $\eta = 0$. Acesta corespunde regimului de mers în gol la care presiunea statică este în același timp și presiunea totală (se citește la tubul manometric, iar presiunea dinamică la micromanometru fiind nula. Se contorizează consumul de energie electrică la mersul în gol P_g .

Pentru determinarea caracteristicilor menționate mai sus se vor efectua mai multe măsurători, determinându-se presiunea statică p_s la manometrul , presiunea dinamică la micromanometrul p_d , și puterea absorbită de motorul electric P_a , pentru diferite deschideri ale robinetului de reglare a debitului de aer D_e asemenea se mai citesc: presiunea barometrică locală p_b , temperatura aerului din conducta de refulare a ventilatorului (care pentru simplificare în cazul de față este aproximativ egală cu cea a mediului ambiant) în °C, iar pentru măsurarea puterii absorbite de motorul electric se va cronometra timpul în care discul contorului face un anumit număr de rotații z .

7.3.4.1. Calcule și rezultatele măsurătorilor

Randamentul ventilatorului se determină cu relația :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \cdot 100 \quad [\%] \quad 7.3.4.1.1$$

Puterea utilă se calculează cu

$$P_u = D_v \cdot p \quad , \quad [W] \quad 7.3.4.1.2$$

în care: D_v este debitul volumetric, în m^3/s , iar p este presiunea totală creată de ventilator, în N/m^2 .

Debitul volumetric se determină astfel:

$$D_v = A \cdot v = \xi \sqrt{2 \frac{P_d}{\rho_{aer}}} \quad 7.3.4.1.3$$

unde: p_d este presiunea dinamică măsurată la tubul Pitot în N/m^2 , iar ρ_{aer} este densitatea aerului la starea de lucru, $[kg/m^3]$

$$\rho_{aer} = \rho_0 \frac{p_b + p_s}{1.01325} \cdot \frac{273.16}{273.16 + t_a} \quad [kg/m^3] \quad 7.3.4.1.4$$

în care: $\rho_0 = 1,293 \text{ kg/m}^3$ este densitatea aerului la $T_0 = 273,15 \text{ [K]}$ și $1,01325 \text{ bar}$ (starea normală de referință); p_b - presiunea barometrică locală în bar și p_s - presiunea statică măsurată la ventilator cu manometrul (5) în bar, t_a - temperatura aerului din mediul ambiant în °C.

Presiunea totală creată de ventilator se determină cu relația:

$$p = (p_s + p_d) \cdot 9,81 \quad [Pa] \quad 7.3.4.1.5$$

în care p_s și p_d se citesc la manometrele (5) și (7) în $mm \text{ H}_2\text{O}$.

Puterea absorbită se determină din relația:

$$P_a = \frac{z}{240} \cdot \frac{3600}{t} \quad [kWh] \quad 7.3.4.1.6$$

în care s-a notat cu: z - numărul de rotații ale discului de la contorul electric,
 t - timpul cronometrat în secunde în care s-au efectuat cele z rotații.

La 240 rotații ale discului, contorul indica 1 kWh; pentru a se obține din relația (7.3.4.1.6) puterea consumată direct în W, se utilizează relația sub forma:

$$P_a = 15000 \frac{z}{t} [W] \quad 7.3.4.1.7$$

În baza acestor măsurători se pot ridica cele trei curbe caracteristice interioare ale ventilatorului: $\Delta p = f_1 (D_V)$; $\eta = f_2 (D_V)$; și $P_a = f_3 (D_V)$, care vor avea alurile din figura 6.3.4.1.1.

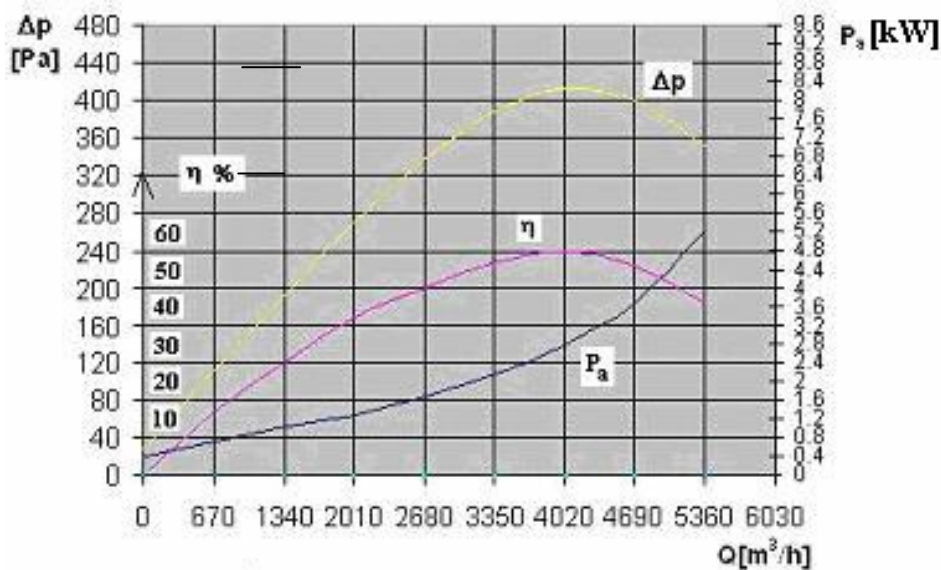


Fig. 7.3.4.1.1 Curbele caracteristice interioare ale ventilatorului transversal ridicate la turația de 1100[rot/min] și presiunea atmosferică $p_m = 1.120 \cdot 10^5 [Pa]$ $P_a [kW]$ -puterea absorbită de ventilator în timpul funcționării, $\eta [%]$ - randament, $\Delta p [Pa]$ -presiunea totală realizată de ventilator.

Pe baza graficului din figura 7.3.4.1.1 în care sunt reprezentate curbele caracteristice interioare ale ventilatorului transversal cu care este echipat standul experimental, s-au tras următoarele concluzii:

- puterea absorbită de către motorul electric care antrenează ventilatorul transversal crește pe măsură ce crește debitul acestuia,
- randamentul ventilatorului atinge maximum de 60% pentru debitul de 4020[m³/h] iar după această valoare randamentul începe să descrească treptat, pe măsură ce crește debitul ventilatorului,
- presiunea totală realizată de ventilatorul transversal are valoarea maximă de 420[Pa] pentru un debit de 4020[m³/h], iar după această valoare începe să descrească treptat pe măsură ce crește debitul ventilatorului.

CAPITOLUL 8

REZULTATE EXPERIMENTALE OBȚINUTE ȘI PRELUCRAREA ACESTORA ÎN CAZUL ÎN CARE SE URMĂREȘTE PRECURĂȚIREA AMESTECULUI DE SEMINȚE CU AER LA TEMPERATURA AMBIANTĂ

8.1. ORDINEA CRONOLOGICĂ DE PREGĂTIRE PENTRU LUCRU ȘI DE EXPLOATARE A INSTALAȚIEI

Ca aspecte generale legate de pregătirea pentru funcționarea camerei, în cazul folosirii ei pentru precurățirea amestecurilor de semințe de cereale ; se face precizarea că indiferent de tipul de semințe de cereale, se impun următoarele etape de pregătire și exploatare optimizată a instalației:

1. Instalația se amplasează în măsura în care condițiile permit la cea mai mică distanță față de magazia de depozitare.
2. Se verifică și se realizează dacă este nevoie, orizontalitatea camerei.
3. Alimentarea camerei cu semințe din zona de depozitare temporară, să se facă cu mijloace ce nu produc spargerea semințelor.
4. Se alege și se montează grila pentru susținerea semințelor în cameră, în funcție de natura acestora: grâu, orz, ovăz.
5. Se pornește instalația, se ascultă funcționarea ei și se reglează turația ventilatorului în concordanță cu indicațiile înscrise pe plăcuța fixată pe peretele camerei; în acest scop, se impune existența unui tahometru pentru măsurarea directă a turației arborelui ventilatorului, sau trasarea unor însemne pe roțile de curea ale variatorului de turații, pentru stabilirea directă a acestui parametru funcțional.
6. Se reglează jaluzelele (la un unghi de 45⁰) astfel încât câmpul aerodinamic să fie deflectat spre fereastra de precurățire și se trece la alimentarea cu semințe a camerei.
7. Se efectuează alimentarea cu semințe a camerei la un debit optim de alimentare. Acest lucru constatându-se urmărind dacă în masa de semințe se găsește o cantitate mai mare sau mai mică de pleavă și impurități ușoare.
8. La terminarea lucrului, se iau măsuri de eliminare a tuturor semințelor și impurităților din toate compartimentele instalației; pentru eliminarea eventualelor impurități din difuzorul ventilatorului, se deschide capacul practicat în acest scop pe peretele inferior al acestuia.

8.2. DESFĂȘURAREA PROCESULUI DE LUCRU PRIVIND OBȚINEREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE ÎN CAZUL PRECURĂȚIRII AMESTECULUI DE SEMINȚE. CARACTERIZAREA AMESTECULUI DE SEMINȚE SUPUS PRELUCRĂRII

- Determinarea gradului de impurificare al amestecului de semințe și al umidității acestuia înainte de introducerea în coșul de alimentare al instalației.
- Determinarea masei amestecului de semințe înainte de trecerea prin instalație.

- Determinarea temperaturii aerului, umidității acestuia și a presiunii atmosferice.
- Reglarea paletei deflectorului din interiorul difuzorului ventilatorului transversal la unghiul de 10°C față de bisectoarea unghiului format de carcasa inferioară și superioară a ventilatorului transversal în secțiunea de refluxare a acestuia; acest unghi de înclinare este vizualizat pe cadranul unei scale gradate în grade cu ajutorul unui ac indicator care este montat pe axul paletei deflectorului. Prin intermediul acesteia se realizează reglajul „brut”, privind curgerea câmpului aerodinamic prin difuzor.
- Reglarea jaluzelor de sub grila suport, care este fixă, în cele două zone se face prin intermediul dispozitivului de reglare la unghiurile: 80° în prima zonă (zona dinspre partea de alimentare cu material) și la unghiul de 45° în cea de-a doua zonă (zona de evacuare a semințelor de pe grilă). Unghiul de înclinare al jaluzelor în cele două zone este vizualizat pe scale gradate în grade cu ajutorul unor ace indicatoare montate pe axul jaluzelor din fiecare zonă.
- Reglarea șubărului de menținere a amestecului de semințe pe grilă la 15 mm față de grila suport.
- Se alimentează coșul standului cu amestec semincer, debitul de alimentare al standului se face prin deschiderea șubărului din interiorul coșului de alimentare, cu cât deschiderea șubărului este mai mare cu atât și debitul de alimentare este mai mare.
- Se reglează variatorul de turații prin intermediul căruia este antrenat ventilatorul transversal al standului astfel încât să se obțină turația de 1100 rot/min la arborele ventilatorului.
- Se pornește motorul electric asincron al standului care prin intermediul variatorului de turații antrenează ventilatorul transversal.
- Se deschide șubărul coșului de alimentare și cu ajutorul unui cronometru se determină timpul de trecere al materialului semincer prin instalație.
- Colectarea plevei, paie de la gura de evacuare din stand în sac și cântărirea acesteia cu ajutorul unui cântar electronic.
- Colectarea semințelor într-un recipient și determinarea gradului de curățire al acestora.
- Centralizarea datelor într-un tabel
 - Pentru o mai ușoară centralizare a datelor în tabele se fac următoarele notații:
 - ❖ G_{ia} – masa inițială a amestecului de semințe;
 - ❖ U_{ai} – umiditatea inițială a amestecului de semințe;
 - ❖ G_{fa} – masa finală a amestecului de semințe;
 - ❖ G_{pi} – masa plevei din amestec înainte de trecerea prin instalație;
 - ❖ G_{pf} – masa plevei din amestec după trecerea prin instalație
 - ❖ G_{gsi} – masa grâului spart din amestecul de semințe înainte de trecerea prin instalație;
 - ❖ G_{gsf} – masa grâului spart din amestecul de semințe după trecerea prin instalație;
 - ❖ G_{ppi} – masa de palee și paie lungi înainte de trecerea prin instalație;
 - ❖ G_{ppf} – masa de palee și paie lungi ramase în amestec după trecerea amestecului inițial prin instalație.
 - ❖ n_{av} – turația arborelui ventilatorului transversal;
 - ❖ T_{ta} – timpul de trecere al amestecului prin instalație;
 - ❖ $G_{imp.i}$ – gradul de impurificare al amestecului înainte de trecerea prin instalație;
 - ❖ $G_{imp.f}$ – gradul de impurificare al amestecului după trecerea prin instalație;
 - ❖ G_{ji} – greutatea totală a impurităților din amestec înainte de trecerea acestuia prin instalație;
 - ❖ G_{jf} – masa totală a impurităților din amestec după trecerea prin instalație
 - ❖ L_g – limite granulometrice

8.3 CENTRALIZAREA ȘI PRELUCRAREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE OBȚINUTE ÎN CAZUL ÎN CARE SE URMĂREȘTE PRECURĂȚIREA AMESTECULUI DE SEMINȚE DE GRÂU.

Pentru prelucrarea datelor care rezultă în urma încercărilor experimentale, mai jos se prezintă relații de calcul pentru determinarea parametrilor ce caracterizează precurățirea.

Gradul de impurificare al amestecului de semințe inițial și după trecerea prin instalație (gradul final de impurificare) se determină cu relațiile :

$$\text{- gradul inițial de impurificare } G_{ii} = \frac{G_{i.i}}{G_{ia}} \text{ [%]} \quad 8.3.1.1$$

$$\text{- gradul final de impurificare } G_{if} = \frac{G_{i.f}}{G_{fa}} \text{ [%]} \quad 8.3.1.2$$

Determinarea debitului instalației se face folosind relația:.

$$Q_{ins} = \frac{G_{ia}}{\tau_{ia} \cdot B_c} \text{ , [g/s.dm]} \quad 8.3.1.3$$

Centralizarea valorilor obținute în urma încercărilor experimentale privind precurățirea amestecului de semințe de grâu cu aer atmosferic la temperatura de 26 °C și presiunea atmosferică $p_m=1.125 \cdot 10^5$ [Pa]

n_{av} [rot/min]	Ga [g]	Gpi [g]	Gpp.i [g]	Ggs.i [g]	Gimp.i [%]	Uai [%]	T_{ia} [min]	Gpf [g]	Gpp.f [g]	Ggs.f [g]	Gimp.f [%]	Uaf [%]	Uev [%]	Q_{inst} [g/sdm]
900	12000	500	250	250	8.33	24	3	110	185	179.05	4.1	21	3	15.5
							2.8	125	190	187	4.3	21.1	2.9	16.9
							2.7	130	180	205	4.5	21.2	2.8	17.3
1000	12000	500	250	250	8.33	24	2.5	140	185	210	4.6	21.3	2.7	18.8
							2.4	175	180	205	4.9	21.4	2.6	19.7
							2.3	65	180	190	3.8	20.5	3.5	20.6
1100	12000	500	250	250	8.33	24	2.18	75	175	200	3.9	20.6	3.4	21.8
							2.15	85	175	200	4	20.7	3.3	22.1
							1.65	90	180	210	4.2	20.8	3.2	28.7
1100	12000	500	250	250	8.33	24	1.59	100	185	220	4.4	20.9	3.1	29.8
							1.36	0	170	95.1	2.2	20	4	34.9
							1.25	0	165	140	2.6	20.1	3.9	37.9
1100	12000	500	250	250	8.33	24	1.08	0	165	160	2.8	20.2	3.8	43.7
							1.07	0	165	180	3	20.3	3.7	44.5
							1.04	10	165	195	3.2	20.4	3.6	45.6

În urma încercărilor experimentale, care s-au efectuat cu ajutorul standului, pentru a determina gradul de precurățire a unui amestec de grâu, au rezultat o serie de date pe baza cărora s-a întocmit tabelul 8.3.1. Aceste încercări s-au efectuat la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal pentru a se vedea care sunt turațiile optime de funcționare ale ventilatorului transversal al camerei de lucru a standului la care are loc precurățirea cea mai bună și la debitul cel mai mare.

Pe baza datelor obținute la standul experimental și centralizate în tabelul 8.3.1 s-au ridicat graficele care sunt redată în figurile ce urmează.

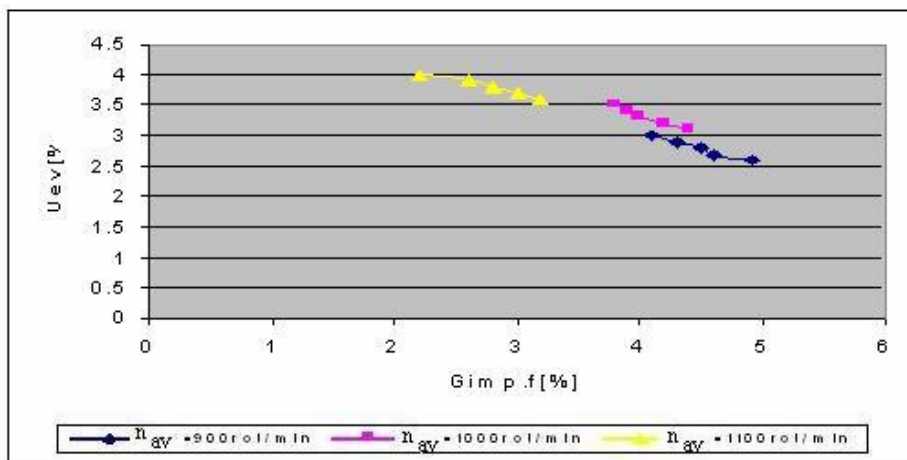


Fig.8.3.1 Variația umidității evaporate din amestecul de semințe în funcție de gradul de impurificare al acestuia la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

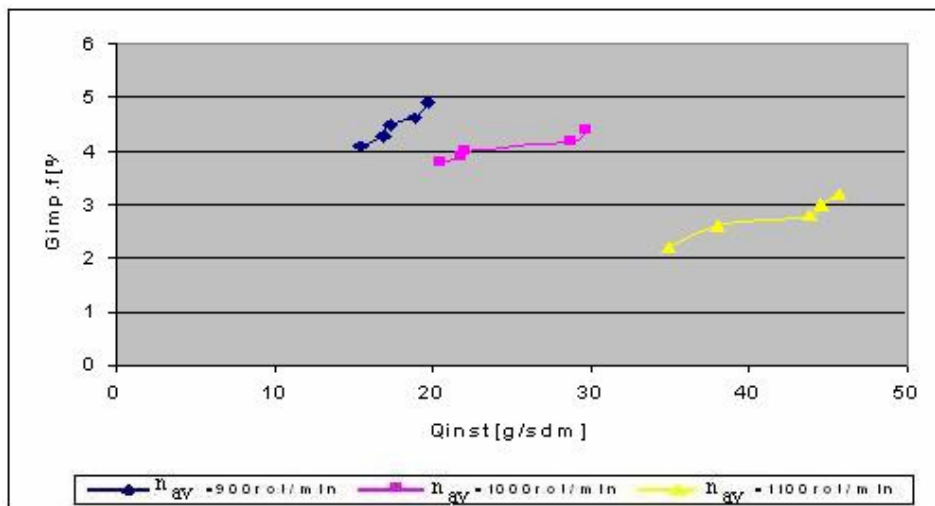


Fig.8.3.2 Variația debitului instalației în funcție de gradul de impurificare al amestecului la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

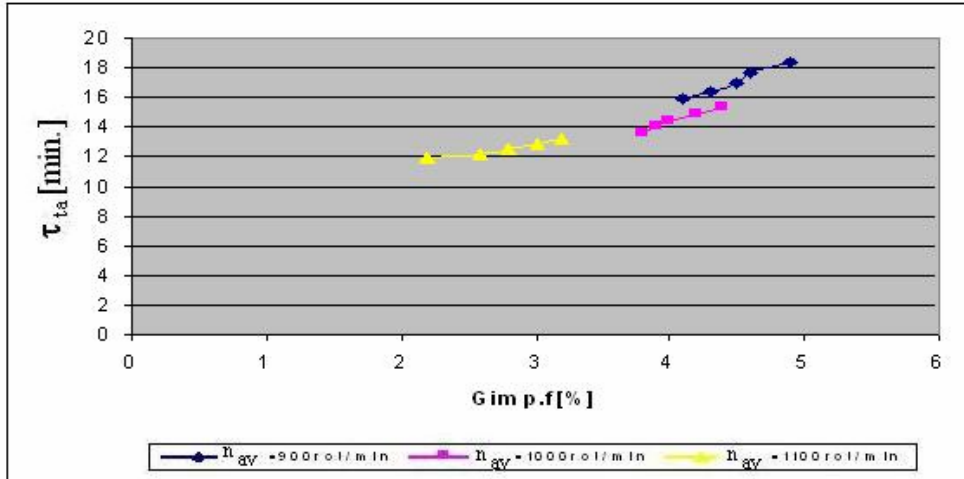


Fig.8.3.3 Variația gradului de impurificare al amestecului în funcție de timpul de trecere al acestuia prin stand la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

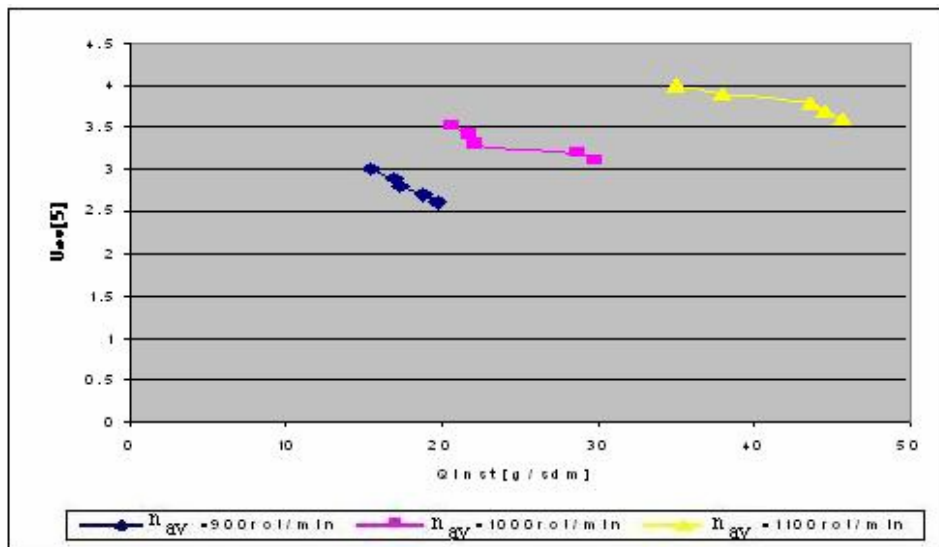


Fig.8.3.4 Variația umidității evaporate din amestecul de semințe în funcție de debitul instalației la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

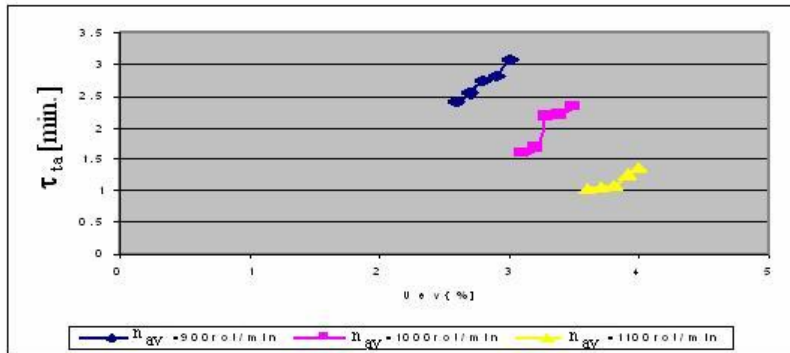


Fig.8.3.5 Variația umidității evaporate din amestecul de semințe în funcție de timpul de trecere prin stand la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

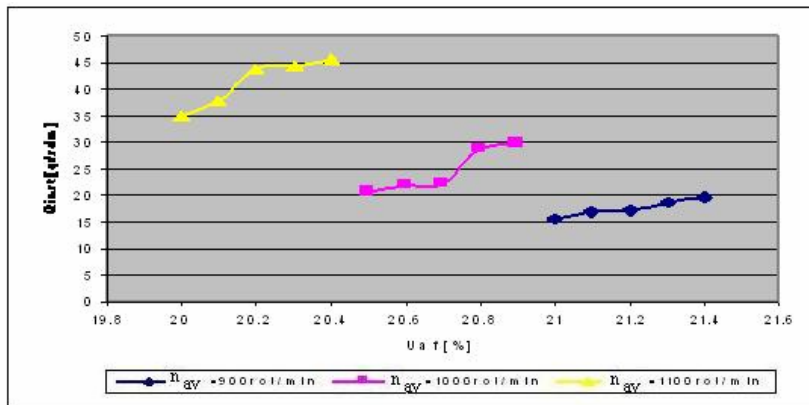


Fig.8.3.6 Variația debitului instalației în funcție de umiditatea amestecului eliminată din amestecul de semințe la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

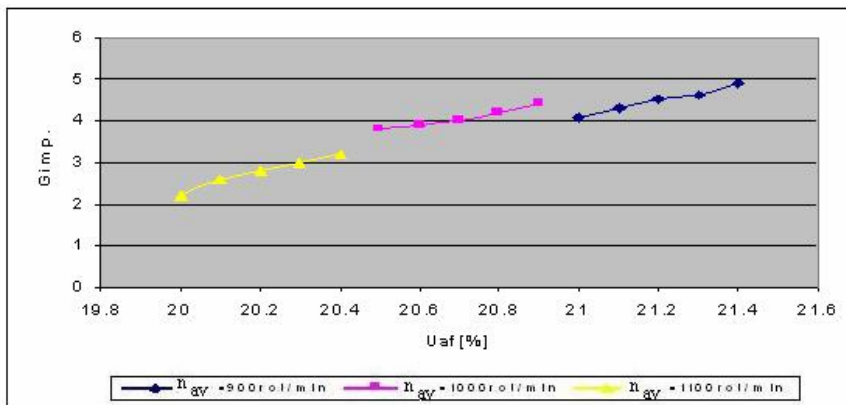


Fig.8.3.7 Variația umidității amestecului în funcție de gradul de impurificare al acestuia la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

8.3.1 Analiza rezultatelor experimentale obținute la precurățirea amestecului de semințe de grâu

Pe baza rezultatelor experimentale obținute în timpul înecărilor efectuate cu ajutorul instalației experimentale și prelucrarea acestora pentru cazul când se urmărește precurățirea amestecului de semințe de grâu s-au constatat următoarele:

- a) La turația arborelui ventilatorului transversal de 900 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:
- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 2.7-3% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 4.9-4.1% (Gim.i=8.33%), pentru debitele de alimentare cuprinse între 34.9-45.6 [g/s-dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
 - ✚ gradul de impurificare al amestecului de semințe depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește
 - ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 21-21.4% (Uai=24%) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 4.9-4.1% la temperatura mediului ambiant de 26°C;
- b) La turația arborelui ventilatorului transversal de 1000 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:
- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 3.1-3.5% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe, care este cuprins între 3.8-4.4%(Gim.i=8.33%), pentru debitele de alimentare cuprinse între 20.6-29.8 [g/sdm], la temperatura mediului ambiant de 26°C;
 - ✚ gradul de impurificare al amestecului este cuprins între 3.8-4.4% și depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
 - ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 20.5-20.9% (Uai=24%) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 3.8-4.4% la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
- c) La turația arborelui ventilatorului transversal de 1100 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:
- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 3.6-4% și care se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 2.2-3.2% (Gim.i=8.33%), pentru debitele de alimentare cuprinse între 34.9-45.6 [g/s-dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
 - ✚ gradul de impurificare al amestecului este cuprins între 3.6-4% de semințe depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
 - ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 20-20.4% (Uai=24%) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 2.2-3.2% ; la temperatura mediului ambiant de 26°C

8.4 CENTRALIZAREA ȘI PRELUCRAREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE OBȚINUTE ÎN CAZUL ÎN CARE SE URMĂREȘTE PRECURĂȚIREA AMESTECULUI DE SEMINȚE DE ORZ.

În urma încercărilor experimentale efectuate cu ajutorul standului pentru cazul când s-a urmărit precurățirea amestecului de semințe de orz s-au obținut următoarele date care sunt centralizate în tabelul 8.4.1.

Tabelul 8.4.1

Centralizarea valorilor obținute în urma încercărilor experimentale privind precurățirea amestecului de semințe de orz cu aer atmosferic la temperatura de 26°C și presiunea atmosferică $p_m=1.125 \cdot 10^5$ [Pa]

n_{sv} [rot/min]	Ga [g]	Gpi [g]	Gpp.i [g]	Ggs.i [g]	Gimp.i [%]	Uai [%]	τ_{ia} [min]	Gpf [g]	Gpp.f [g]	Ggs.f [g]	Gimp.f [%]	Uaf [%]	Uev [%]	Qinst [g/s·dm]
900	12000	500	250	250	8.33	24	2.1	125	200	200	4.6	22	2	219
							2	135	205	200	4.7	22.2	1.8	23
							1.9	145	190	210	4.8	22.4	1.6	24.2
							1.8	155	190	205	4.9	22.6	1.4	26.1
							1.7	185	185	210	5	22.8	1.2	27.4
1000	12000	500	250	250	8.33	24	1.6	75	180	190	3.9	21.1	2.9	29.8
							1.56	90	180	195	4	21.3	2.7	30.4
							1.5	95	185	195	4.1	21.5	2.5	31.6
							1.46	95	190	200	4.2	21.7	2.3	32.5
							1.37	100	195	200	4.3	21.8	2.2	34.6
1100	12000	500	250	250	8.33	24	1.12	0	180	180	3	20.7	3.3	42.3
							1	0	190	200	3.1	20.8	3.2	45.8
							0.98	0	190	190	3.3	20.9	3.1	48.3
							0.94	0	195	200	3.4	21	3	50.4

Pe baza datelor obținute și prelucrate care s-au centralizat în tabelul 7.4.1 s-au ridicat graficele din următoarele figuri care sunt redate mai jos.

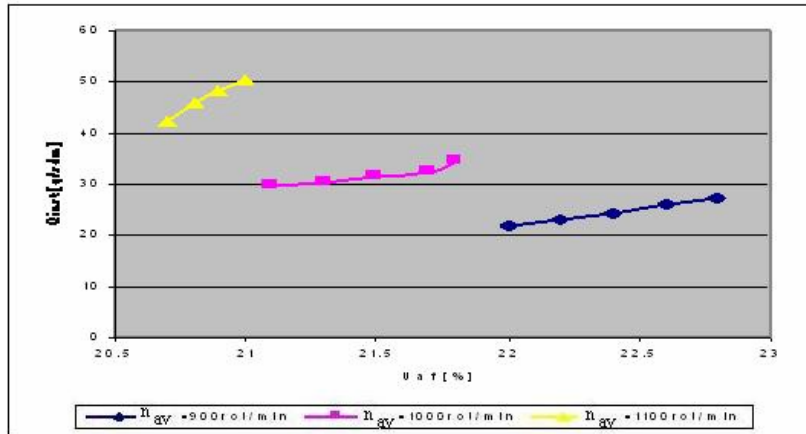


Fig.8.4.1 Variația umidității amestecului în funcție de debitul de alimentare la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

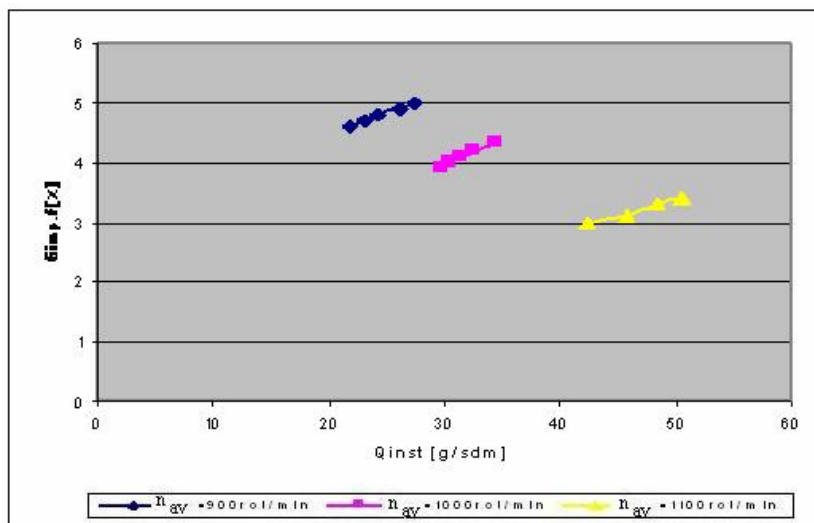


Fig.8.4.2 Variația gradului de impurificare în funcție de debitul standului la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

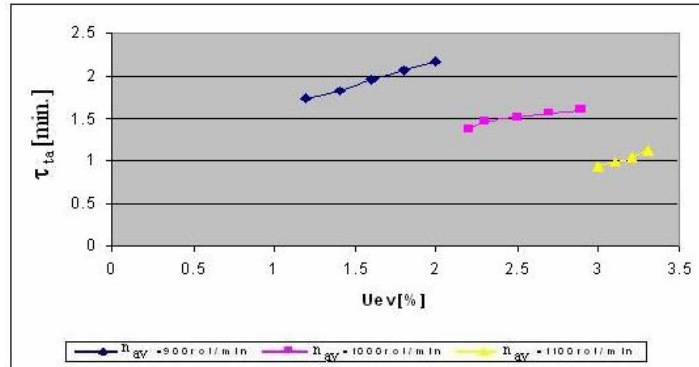


Fig.8.4.3 Variația umidității evaporate din amestecul de semințe în funcție de timpul de trecere la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

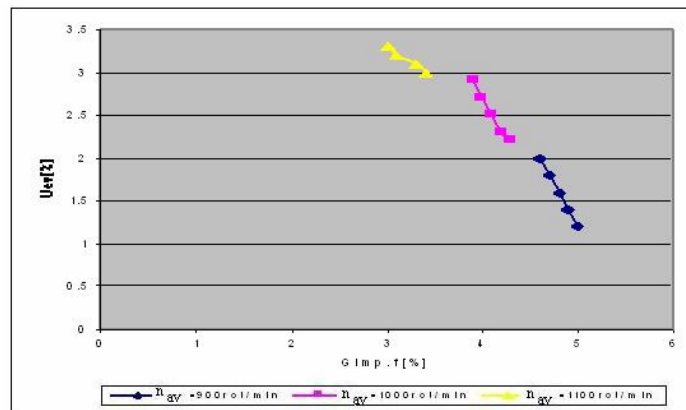


Fig.8.4.4 Variația umidității evaporate în funcție de gradul de impurificare la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

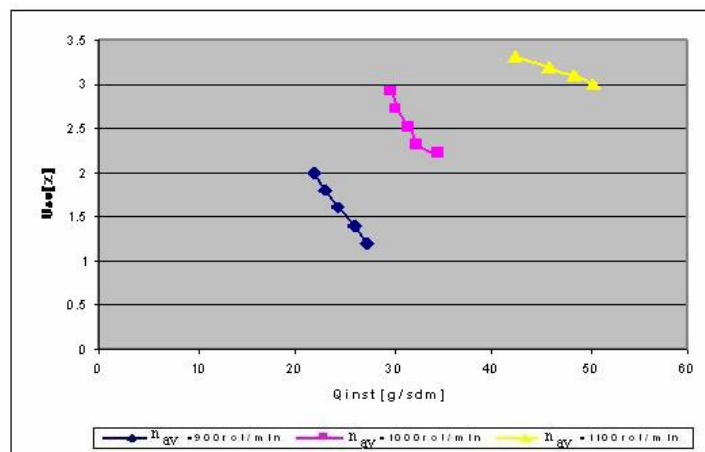


Fig.8.4.5 Variația umidității evaporate în funcție de debitul standului la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

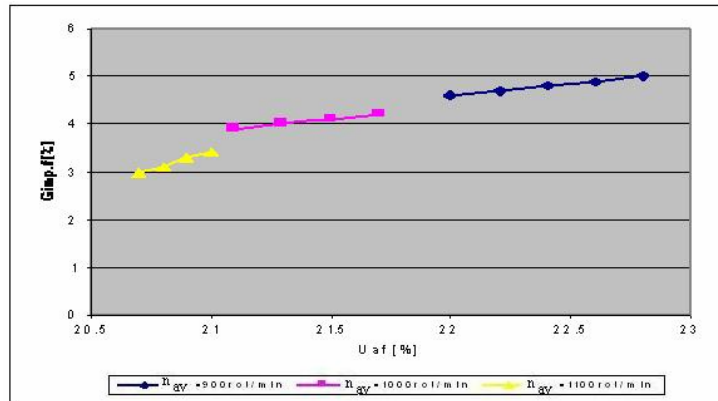


Fig.8.4.6 Variația gradului de impurificare în funcție de umiditatea amestecului la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

8.4.1 Analiza rezultatelor experimentale obținute la precurățirea amestecului de semințe de orz

Pe baza rezultatelor experimentale obținute în timpul încercărilor efectuate cu ajutorul instalației experimentale și prelucrarea acestora pentru cazul când se urmărește precurățirea amestecului de semințe de orz s-au constatat următoarele:

a) La turația arborelui ventilatorului transversal de 900 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:

- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 1.2-2% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 4.6-5% ($G_{im,i}=8.33\%$), pentru debitele de alimentare cuprinse între 21.9-27.4 [g/s·dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
- ✚ gradul de impurificare al amestecului de semințe depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
- ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 22-22.8% ($U_{ai}=24\%$) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 4.6-5% ; la temperatura mediului ambiant de 26 °C

b) La turația arborelui ventilatorului transversal de 1000 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:

- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 2.2-2.9% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 3.9-4.3% ($G_{im,i}=8.33\%$), pentru debitele de alimentare cuprinse între 29.8-34.6 [g/s·dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
- ✚ gradul de impurificare al amestecului este cuprins între 3.9-4.3% și depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
- ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 21.1-21.8% ($U_{ai}=24\%$) și este în funcție

de gradul de impurificare al amestecului care variază între 3.9-4.3% ; la temperatura mediului ambiant de 26°C.

c) La turația arborelui ventilatorului transversal de 1100 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:

- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 3-3.3% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 3-3.4% ($G_{im.i}=8.33\%$), pentru debitele de alimentare cuprinse între 42.3-50.4 [g/s-dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
- ✚ gradul de impurificare al amestecului este cuprins între 3-3.4% de semințe depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
- ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 20.7-21% ($U_{ai}=24\%$) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 3-3.4% la temperatura mediului ambiant de 26 °C.

8.5 CENTRALIZAREA ȘI PRELUCRAREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE OBȚINUTE ÎN CAZUL ÎN CARE SE URMĂREȘTE PRECURĂȚIREA AMESTECULUI DE SEMINȚE DE OVĂZ.

În urma încercărilor experimentale efectuate cu ajutorul standului pentru cazul când s-a urmărit precurățirea amestecului de semințe de ovăz s-au obținut următoarele date care sunt centralizate în tabelul 8.5.1.

Încercările experimentale în acest caz s-au făcut pentru următoarele turații ale arborelui ventilatorului transversal : 800 [rot/min], 900 [rot/min], 1000 [rot/min] deoarece peste turația de 1000 [rot/min] o cantitate din ce în ce mai mare de semințe de ovăz intră în faza de transport pneumatic și sunt transportate prin camera de eliminare a impurităților ușoare spre sacul de colectare a acestora și deci în consecință are loc o pierdere a semințelor culturii de bază.

Tabelul 8.5.1
 Centralizarea valorilor obținute în urma încercărilor experimentale privind
 precurățirea amestecului de semințe de ovăz cu aer atmosferic la temperatura de
 26°C și presiunea atmosferică $p_m = 1.125 \cdot 10^5$ [Pa]

n_{av} [rot/min]	Ga [g]	Gpi [g]	Gpp.i [g]	Gi.i [g]	Gimp.i [%]	Uai [%]	τ_{ta} [min]	Gpf [g]	Gpp.f [g]	Ggs.f [g]	Gimp.f [%]	Uaf [%]	Uev [%]	Qinst [g/s·dm]
800	12000	500	250	250	8.33	24	0.8	180	210	220	5.4	22.8	1.2	54.1
							0.9	170	210	5.2	22.7	1.3	52.3	
							1.1	160	210	5.1	22.5	1.5	42.2	
900	12000	500	250	250	8.33	24	1.4	150	210	220	5	22.4	1.6	32.7
							1.5	140	205	4.8	22.3	1.7	31.3	
							0.7	140	195	4.7	22.2	1.8	65.4	
1000	12000	500	250	250	8.33	24	0.9	130	185	200	4.5	22.1	1.9	52.1
							1	120	180	4.2	22	2	47.5	
							1.18	115	175	4	21.8	2.2	40.3	
1000	12000	500	250	250	8.33	24	1.27	105	165	170	3.8	21.7	2.3	37.4
							0.54	50	180	3.6	21.6	2.4	87.3	
							0.59	20	195	3.5	21.5	2.5	80.1	
1000	12000	500	250	250	8.33	24	0.62	0	195	190	3.3	21.3	2.7	76.4
							0.75	0	190	3.2	21.1	2.9	63.2	
							0.8	0	170	3	21	3	51.1	

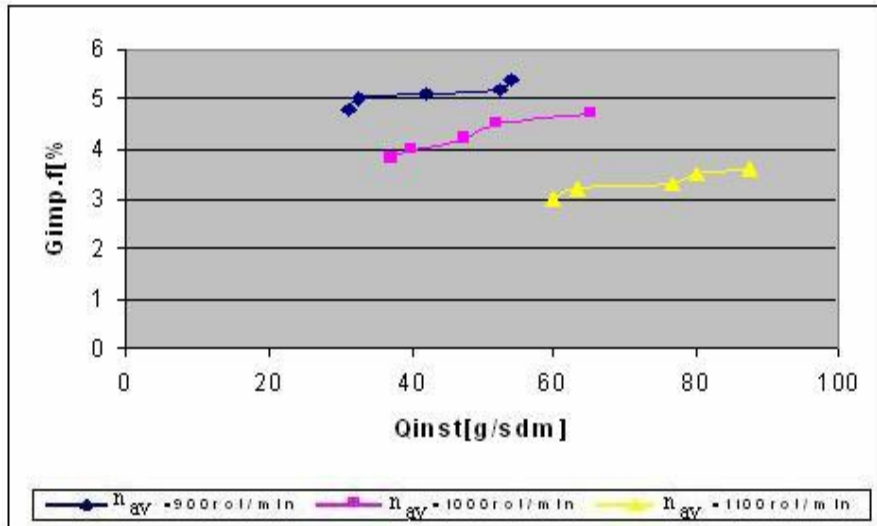


Fig.8.5.1 Variația gradului de impurificare a amestecului în funcție de debitul de alimentare a standului la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

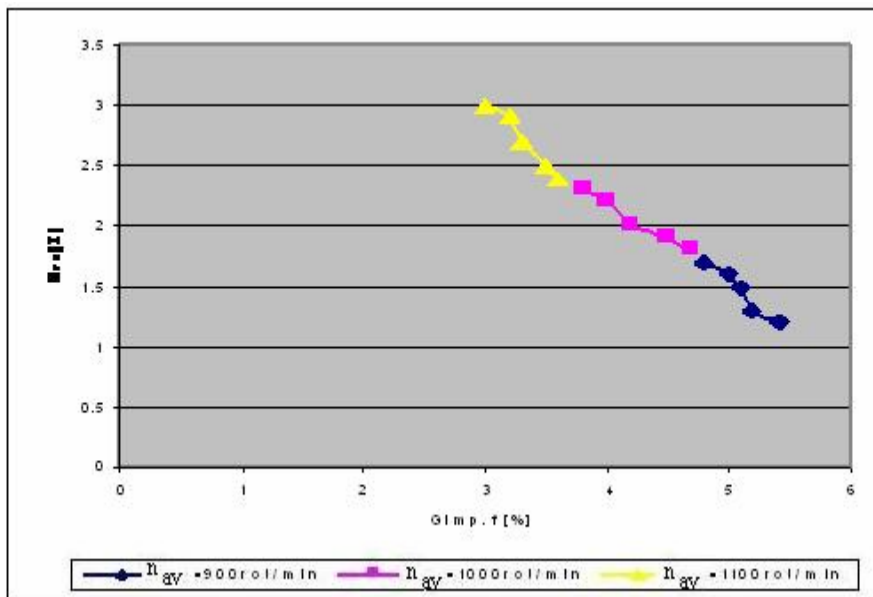


Fig.8.5.2 Variația umidității evaporate în funcție de gradul de impurificare al amestecului la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

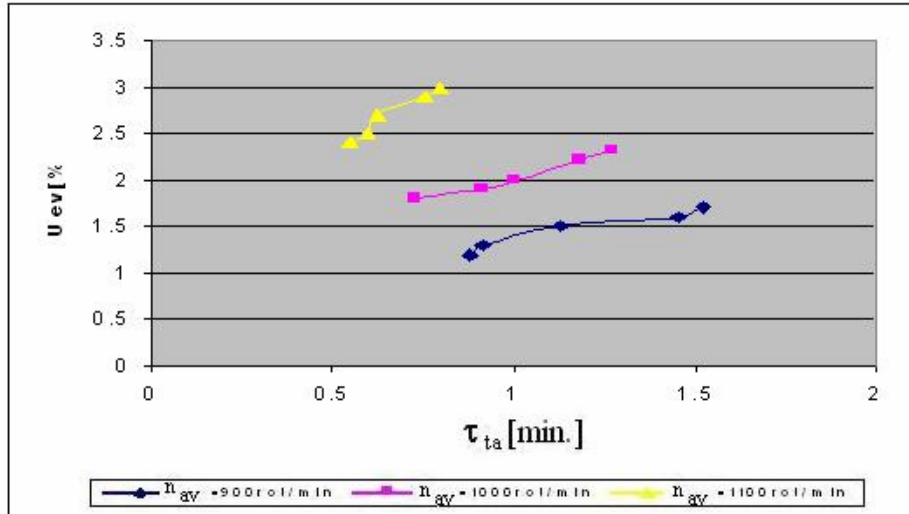


Fig.8.5.3 Variația umidității evaporate în funcție de timpul de trecere al amestecului prin instalație la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

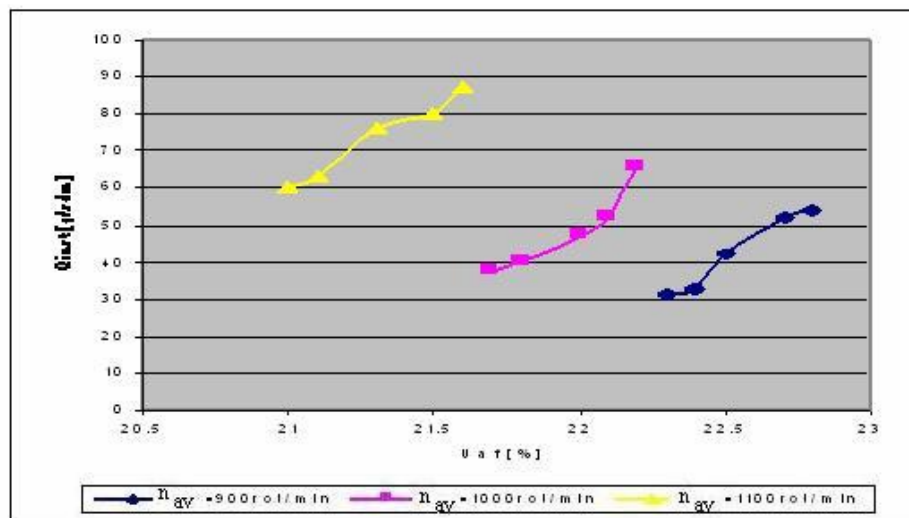


Fig.8.5.4 Variația umidității amestecului în funcție de debitul de alimentare la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

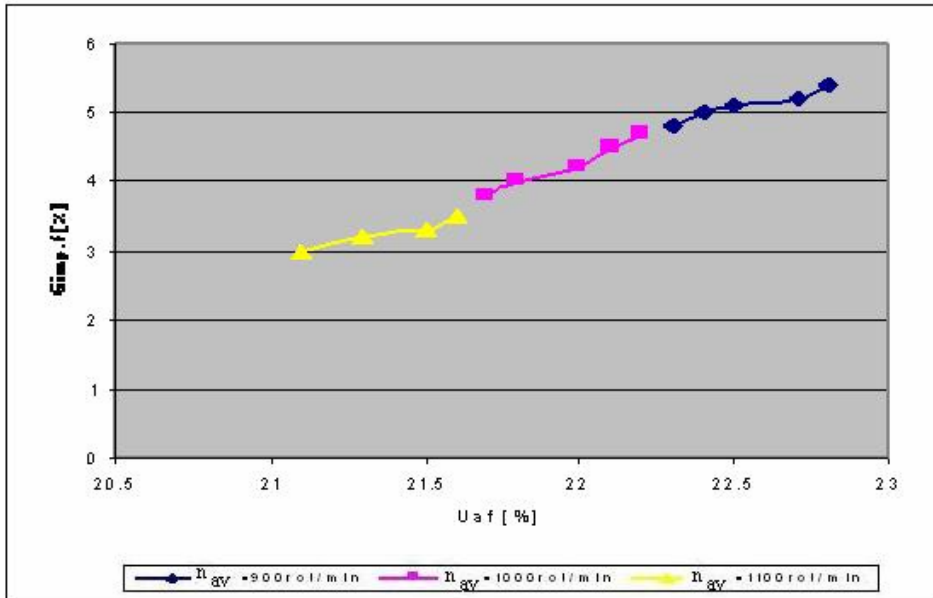


Fig.8.5.5 Variația umidității amestecului în funcție de gradul de impurificare al acestuia la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

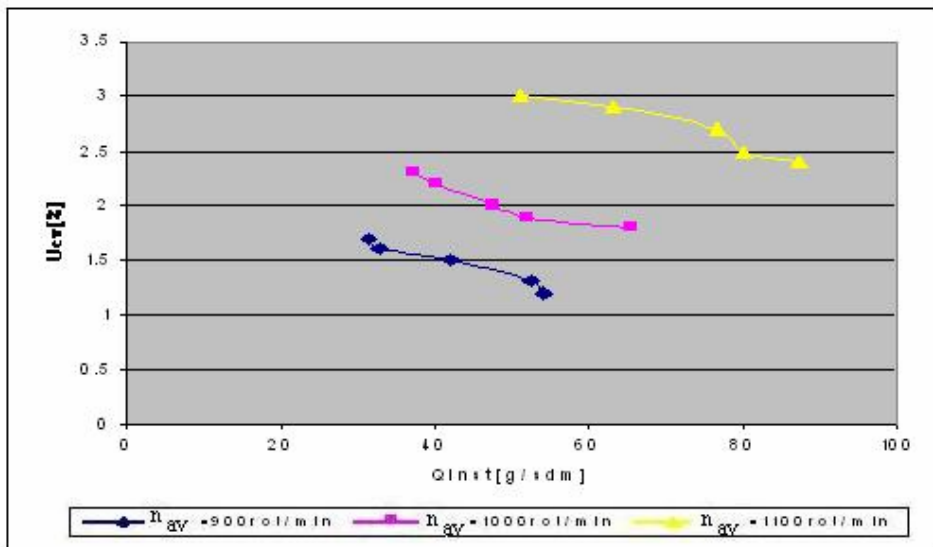


Fig.8.5.6 Variația umidității evaporate din amestecul de semințe în funcție de debitul de alimentare la diferite turații ale arborelui ventilatorului transversal.

8.5.1 Analiza rezultatelor experimentale obținute la precurățirea amestecului de semințe de ovăz.

Pe baza rezultatelor experimentale obținute în timpul înecărilor efectuate cu ajutorul instalației experimentale și prelucrarea acestora pentru cazul când se urmărește precurățirea amestecului de semințe de ovăz s-au constatat următoarele:

a) La turația arborelui ventilatorului transversal de 800 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:

- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 1.2-1.7% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 4.8-5.4% (Gim.i=8.33%), pentru debitele de alimentare cuprinse între 31.3-54.1 [g/s-dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
- ✚ gradul de impurificare al amestecului de semințe depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
- ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 22.3-22.8% (Uai=24%) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 4.8-5.4% la temperatura mediului ambiant de 26 °C ;

b) La turația arborelui ventilatorului transversal de 900 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:

- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 1.8-2.3% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 3.8-4.7% (Gim.i=8.33%), pentru debitele de alimentare cuprinse între 37.4-65.4 [g/s-dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
- ✚ gradul de impurificare al amestecului este cuprins între 3.8-4.7 % și depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
- ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 21.7-22.2% (Uai=24%) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 3.8-4.7% ; la temperatura mediului ambiant de 26 °C;

d) La turația arborelui ventilatorului transversal de 1000 [rot/min] s-au obținut următoarele rezultate:

- ✚ procentul de umiditate eliminat din masa amestecului de semințe variază între 2.4-3% și se modifică în funcție de gradul de impurificare al amestecului de semințe care este cuprins între 3-3.6%(Gim.i=8.33%), pentru debitele de alimentare cuprinse între 87.3-51.1 [g/s-dm], la temperatura mediului ambiant de 26 °C;
- ✚ gradul de impurificare al amestecului este cuprins între 3-3.6% și depinde de debitul instalației experimentale. Acesta scade pe măsură ce scade debitul de alimentare și crește pe măsură ce acesta crește;
- ✚ umiditatea finală a amestecului după trecerea acestuia prin instalația experimentală este cuprinsă între 21-21.6% (Uai=24%) și este în funcție de gradul de impurificare al amestecului care variază între 3-3.6% ; la temperatura mediului ambiant de 26 °C.

8.6 CONCLUZII

În urma încercărilor experimentale și prelucrarea datelor care s-au obținut când s-a urmarit precurățirea amestecului de semințe cu instalația experimentală au rezultat următoarele concluzii:

- ❖ Încercările prezentate s-au efectuat la diferite turații pentru a se vedea turația optimă pentru fiecare categorie de cereale supuse prelucrării la care se realizează o precurățire cât mai bună, la cel mai mare debit de alimentare al instalației.
- ❖ Pentru grâu, turația optimă este de 1100 [rot/min] al arborelui ventilatorului transversal și debitul de alimentare de 44.5 [g/s·dm]; deoarece la această turație s-au obținut cele mai bune rezultate, corelând dimensiunile instalației cu gradul de curățire și debitul instalației experimentale.
- ❖ Pentru orz, turația optimă este de 1100 [rot/min] a arborelui ventilatorului transversal și debitul de alimentare de 50.4 [g/s·dm]. Dacă se mărește turația peste această valoare, este eliminată o cantitate din ce în ce mai mare de semințe bune la impurități, această eliminare fiind proporțională cu turația.
- ❖ Pentru ovăz, turația optimă este de 1000 [rot/min] ale arborelui ventilatorului transversal și debitul de alimentare de 63.3 [g/s·dm]. Dacă se mărește debitul de alimentare la această turație se observă ca crește gradul de impurificare al semințelor de ovăz și în consecință avem un ovăz cu un grad marit de impurități.
- ❖ Debitul instalației depinde de timpul de trecere a amestecului prin instalație, deschiderea șubărului coșului de alimentare precum și de turația ventilatorului transversal. Pe măsură ce timpul de trecere a materialului prin instalație scade, crește debitul acesteia, respectiv scade gradul de curățire al instalației experimentale. Dacă crește turația arborelui ventilatorului transversal, crește și debitul de alimentare, numai că în cazul nostru mărindu-se turația peste 1100 [rot/min] sunt evacuate semințe ale culturii de bază prin zona de evacuare a plevei și această cantitate crește pe măsură ce crește turația ventilatorului transversal peste această turație.
- ❖ Gradul de curățire al amestecului de semințe crește pe măsură ce crește timpul de menținere al semințelor pe suprafața grilei, (respectiv de trecere prin instalație), la aceeași turație a arborelui ventilatorului transversal.
- ❖ Pe măsură ce crește umiditatea amestecului, crește gradul de impurificare al amestecului de semințe la aceeași turație a ventilatorului transversal și același debit al instalației.
- ❖ Necesarul de putere al instalației experimentale crește pe măsură ce crește debitul ventilatorului transversal; astfel la un debit mic al ventilatorului transversal (turație mai mică la arborele ventilatorului) avem un consum de energie mai mic, iar la un debit mai mare (turație mai mare la arborele ventilatorului transversal) avem un consum de energie mai mare.

CAPITOLUL 9

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PENTRU STABILIREA REGIMULUI OPTIM DE FUNȚIONARE A CAMEREI INSTALAȚIEI, ÎN CAZUL EXTRAGERII UMIDITĂȚII DIN SEMINȚE

9.1. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND DINAMICA ELIMINĂRII UMIDITĂȚII DIN SEMINȚELE DE GRÂU, ORZ SI OVĂZ, PRIN AERARE ÎN REGIM FLUIDIZANT, LA TEMPERATURA MEDIULUI AMBIANT

9.1.1. Ordinea cronologică de pregătire și de exploatare a instalației

Ca aspecte generale legate de pregătirea pentru funcționare a camerei, în cazul folosirii ei pentru eliminarea excesului de umiditate apărut în diversele „cuiburi de încingere”, din masa de semințe depozitate pe orizontală, sau „zone de încălzire” pentru semințele depozitate pe verticală; se face precizarea că indiferent de tipul de semințe de cereale, se impun următoarele etape de pregătire și exploatare optimizată a instalației:

1. Instalația se amplasează în măsura în care condițiile permit la cea mai mică distanță față de cuiburile încălzite.

2. Se verifică și se realizează dacă este nevoie, orizontalitatea camerei.

3. Alimentarea camerei cu semințe din zonele supuse tratamentului, să se facă cu mijloace ce nu produc spargerea semințelor.

4. Se alege și se montează grila pentru susținerea semințelor în cameră, în funcție de natura acestora: grâu, orz, ovăz.

5. Se pornește instalația, se ascultă funcționarea ei și se reglează turația ventilatorului în concordanță cu indicațiile înscrise pe plăcuța fixată pe peretele camerei; în acest scop, se impune existența unui tahometru pentru măsurarea directă a turației arborelui ventilatorului, sau trasarea unor însemne pe roțile de curea ale variatorului de turații, pentru stabilirea directă a acestui parametru funcțional.

6. Se deschid complet jaluzelele, și se pune în evidență manual prezența și uniformitatea câmpului aerodinamic; în cazul când uniformitatea câmpului trebuie îmbunătățită, se acționează asupra clapetei deflectoare amplasată în difuzorul ventilatorului.

7. Se închid jaluzelele astfel încât câmpul aerodinamic să fie deflecat parțial spre fereastra de precurățire și se trece la alimentarea cu semințe a camerei.

8. Se efectuează alimentarea cu semințe a camerei, astfel încât să nu se depășească semnul marcat pe peretele camerei, în zonă accesibilă spre vizualizare.

9. Se acționează progresiv asupra mecanismului de comandă a jaluzelelor până ce acestea se deschid complet, iar masa de semințe intră în regim de aerare fluidizantă.

10. Se lasă instalația să funcționeze la acest regim până când semințele pierzând în mod progresiv din umiditatea lor, își modifică permanent poziția în cameră, până camera se golește în totalitate.

11. După golirea camerei instalației, fazele procesului se repetă, începând cu manevrele de la punctul 8.

12. La terminarea lucrului, se iau măsuri de eliminare a tuturor semințelor și impurităților din toate compartimentele instalației; pentru eliminarea eventualelor impurități din difuzorul ventilatorului, se deschide capacul practicat în acest scop pe peretele inferior al acestuia.

13. După preluarea întregii mase de semințe afectate de exces de umiditate se efectuează în final un control al masei de semințe prelucrate. În cazul când umiditatea masei de semințe prelucrate nu este la nivelul de conservabilitate, procesul de extragere a diferenței de umiditate până la umiditatea de conservabilitate se asigură prin repetarea operației.

9.1.2. Centralizarea citirilor primare pentru cazul când se urmărește eliminarea umidității din semințele de grâu prin aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic la diferite temperaturi

Datele primare rezultate în urma citirilor pe standul experimental, au fost centralizate în tabelele prezentate mai jos.

Tabelul.9.1.2.1

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de grâu și aer la temperatura de 20°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	τ _{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg [mm]	
									min	Max
20	18	21	16.2	20	18.8	1.2	7.6	2000	1.4	3.8
				18.8	18	0.8	7			
				18	17.3	0.7	6.6			
				17.3	16.7	0.6	6.1			
				16.7	16.2	0.5	6			

Tabelul.9.1.2.2

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de grâu și aer la temperatura de 25°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	τ _{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg [mm]	
									min	Max
25	22	25	14.8	20	18.25	1.75	7.5	2000	1.4	3.8
				18.25	17.25	1	6.6			
				17.25	16.4	0.85	6.1			
				16.4	15.7	0.7	5.8			
				15.7	15.2	0.5	4.8			
				15.2	14.8	0.4	4.7			

Tabelul 9.1.2.3.3

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de grâu și aer la temperatura de 30°C

Ts	Tu	Tbob	Ue	Usi	Usf	Uev	τ_{ta}	Gsarja	Lg [mm]	
[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[%]	[%]	[min]	[g]	min	Max
				21	19	2	7.4			
				19	18	1	6.3			
				18	17.2	0.8	5.9	2000		
				17.2	16.5	0.7	5.6		1.4	3.8
30	28	30	14.3	16.5	15.9	0.6	4.8			
				15.9	15.4	0.5	4.6			
				15.4	15	0.4	4.2			
				15	14.6	0.3	3.6			
				14.6	14.3	0.2	2.9			

Tabelul. 9.1.2.4

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de grâu și aer la temperatura de 34°C

Ts	Tu	Tbob	Ue	Usi	Usf	Uev	τ_{ta}	Gsarja	Lg [mm]	
									min	Max
[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[%]	[%]	[min]	[g]		
34	30	34	13.8	20.5	18.25	2.25	7.3	2000	1.4	3.8
				18.25	17	1.25	6.4			
				17	16.1	0.9	5.9			
				16.1	15.4	0.7	5.3			
				15.4	14.8	0.6	4.8			
				14.8	14.3	0.5	4.5			
			14.3	13.8	0.4	4				

9.1.2.1. Prelucrarea rezultatelor și stabilirea regimului optim de lucru în cazul semințelor de grâu

În urma prelucrării rezultatelor experimentale și reprezentării grafice a modului de desfășurare a procesului de extragere a umidității din semințele de grâu aerate în regim fluidizant cu aer la temperatura ambiantă între 20°C și 34°C a rezultat graficul care se prezintă în figura 9.1.2.1.1

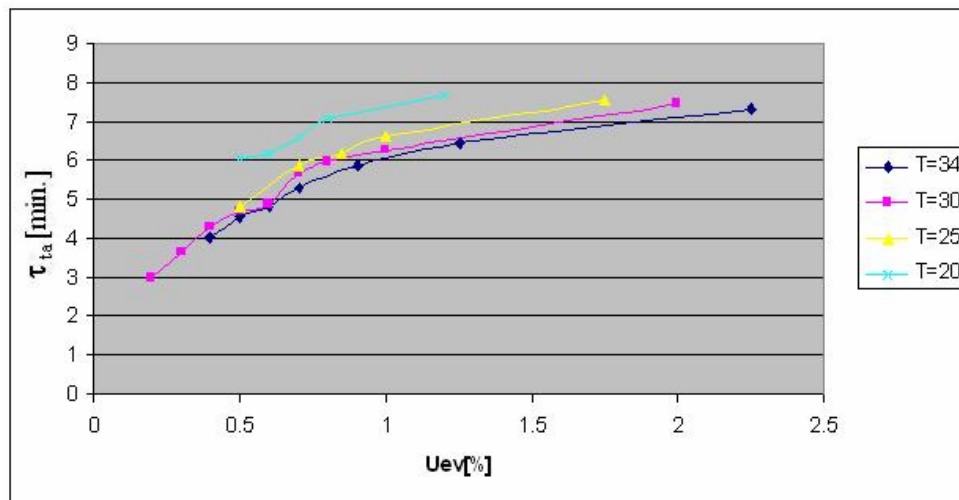


Fig.9.1.2.1.1 Variația procentului de eliminare a umidității din masa de semințe de grâu supuse procesului de aerare în regim fluidizant la următoarele temperaturi ale aerului: 20 °C, 25 °C, 30 °C, 34 °C.

Pe baza rezultatelor experimentale și prelucrarea acestora în urma încercărilor efectuate, pe standul experimental, pentru cazul când s-a urmărit eliminarea umidității din semințele de grâu prin aerare în regim fluidizant la diferite temperaturi ale mediului ambiant s-au constatat următoarele:

a) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 20°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.5-1.2% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 6-7.6[min]; la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială U_{si}=20% și până se ajunge la umiditatea de echilibru U_e=16.2%; după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant;

b) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 25°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.4-1.75% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 4.7-7.5 [min]; la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[rot/min] și masa de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială U_{si}=20% și până se ajunge la umiditatea de echilibru U_e=16.2%, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant;

c) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 30°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.2-2% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 2.9-7.4 [min]; la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100 [rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=21\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=14.3\%$; după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant;

d) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 34°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.4-2.5% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 4-7.3 [min] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100 [rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=20.5\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=13.8\%$; după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant.

e) S-au făcut încercări și la turații ale arborelui ventilatorului transversal mai mari de 1100 [rot/min] dar pe măsură ce s-a mărit turația procentul de eliminare a umidității din masa de semințe a început să descrească deoarece semințele au fost eliminate din ce în ce mai repede din camera de lucru a instalației (scade timpul de menținere a semințelor sub acțiunea câmpului aerodinamic).

În concluzie, putem spune că cu cât temperatura aerului este mai mare crește și procentul de eliminare a umidității din masa de semințe, iar pentru cazul prezentat mai sus regimul optim de funcționare este la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100 rot/min și temperatura aerului de 34°C.

9.1.3. Centralizarea citirilor primare pentru cazul în care se urmărește eliminarea umidității din semințele de orz prin aerare în regime fluidizant cu aer atmosferic la diferite temperaturi

Datele primare rezultate în urma citirilor pe standul experimental, au fost centralizate în tabelele prezentate mai jos.

Tabelul.9.1.3.1

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de orz și aer la temperatura de 21°C

Ts	Tu	Tbob	Ue	Usi	Usf	Uev	Tta	Gsarja	Lg[mm]	
[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[%]	[%]	[min]	[g]	min	Max
				20.5	19.2	1.3	5.1			
				19.2	18.4	0.8	4.6		1.2	4.5
21		22	16.6	18.4	17.8	0.6	4.4	2000		
				17.8	17.3	0.5	4.1			
				17.3	16.9	0.4	3.7			

Tabelul. 9.1.3.2

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de orz și aer la temperatura de 25°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	τ_{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg[mm]	
									Min	Max
25		26	14.8	20	18.2	1.8	5.1	2000	1.2	4.5
				18.2	17	1.2	4.8			
				17	16.1	0.9	4.7			
				16.1	15.5	0.6	4.5			
				15.5	15	0.5	4.3			
				15	14.8	0.2	4.1			

Tabelul. 9.1.3.3

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de orz și aer la temperatura de 30°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	τ_{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg[mm]	
									min	Max
30		30	13.6	20	18	2	4.8	2000	1.2	4.5
				18	16.5	1.5	4.7			
				16.5	15.6	0.9	4.5			
				15.6	15	0.6	4.3			
				15	14.5	0.5	4.2			
				14.5	14	0.5	4.1			
				14	13.6	0.4	4			

Tabelul. 9.1.3.4

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de orz și aer la temperatura de 34°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	τ_{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg[mm]	
									Min	max
34		34	12.8	20	17.6	2.4	4.7	2000	1.2	4.5
				17.6	15.8	1.8	4.5			
				15.8	14.8	1	4.4			
				14.8	14.1	0.7	4.3			
				14.1	13.5	0.6	4.2			
				13.5	13	0.5	4.1			

9.1.3.1. Prelucrarea rezultatelor și stabilirea regimului optim de lucru în cazul semințelor de orz.

În urma prelucrării rezultatelor experimentale și reprezentării grafice a modului de desfășurare a procesului de extragere a umidității din semințele de orz aerate în regim fluidizant cu aer la temperatura ambiantă între 20°C și 34°C a rezultat graficul care se prezintă în figura 9.1.3.1.1.

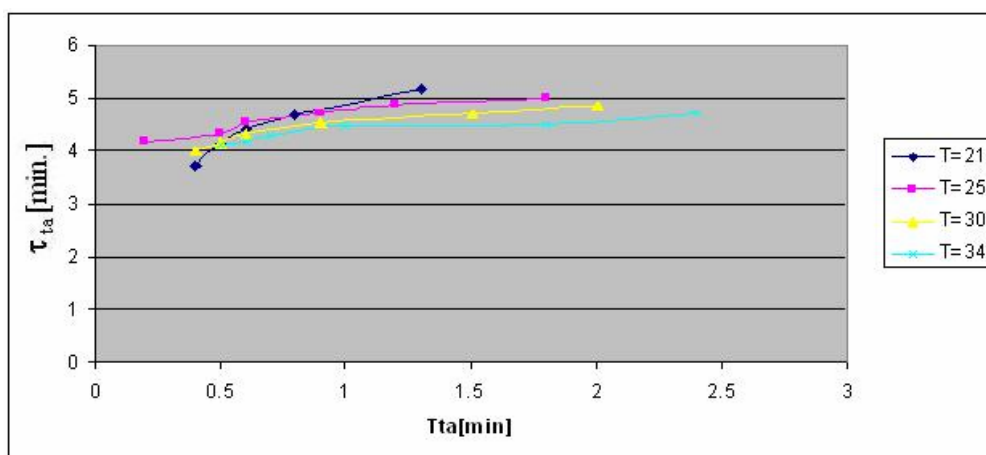


Fig.9.1.3.1.1 Variația procentului de eliminare a umidității din masa de semințe de orz supuse procesului de aerare în regim fluidizant la următoarele temperaturi ale aerului: 21°C, 25°C, 30°C, 34°C.

Pe baza rezultatelor experimentale și prelucrarea acestora în urma încercărilor efectuate, pe standul experimental, pentru cazul când s-a urmărit eliminarea umidității din semințele de orz prin aerare în regim fluidizant la diferite temperaturi ale mediului ambiant s-au constatat următoarele:

a) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 21°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.45-1.3% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 3.7-5.1[min] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=20.5\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=16.6\%$, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant

b) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 25°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.2-1.8% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 4.1-5.1[min] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=20\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=14.8\%$. După această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant;

c) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 30°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.4-2% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 4-4.48[min] la turația

arborelui ventilatorului transversal de 1100[rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=20\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=13.6\%$, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant;

d) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 34°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.5-2.4% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 4.1-4.7[min] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=20\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=12.8\%$, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant.

e) S-au făcut încercări și la turații ale arborelui ventilatorului transversal mai mari de 1100 [rot/min] dar pe măsură ce s-a mărit turația procentul de eliminare a umidității din masa de semințe a început să descrească deoarece semințele au fost eliminate din ce în ce mai repede din camera de lucru a instalației (scade timpul de menținere a semințelor sub acțiunea câmpului aerodinamic).

În concluzie, putem spune că, cu cât temperatura aerului este mai mare crește și procentul de eliminare a umidității din masa de semințe, iar pentru cazul prezentat mai sus regimul optim de funcționare este la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100 rot/min și temperatura aerului de 34°C .

9.1.4. Centralizarea citirilor primare pentru cazul în care se urmărește eliminarea umidității din semințele de ovăz prin aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic la diferite temperaturi.

Datele primare rezultate în urma citirilor pe standul experimental, au fost centralizate în tabelele prezentate mai jos.

Tabelul. 9.1.4.1

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de ovăz și aer la temperatura de 21°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	τ_{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg[mm]	
									Min	Max
21	19.5	22	16.2	20.9	19.1	1.8	2.7	2000	1	4
				19.1	18	1.1	2.5			
				18	17.2	0.8	2.4			
				17.2	16.6	0.6	2.2			
				16.6	16.2	0.4	2.1			

Tabelul. 9.1.4.2

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de ovăz și aer la temperatura de 25°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	T _{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg[mm]	
									Min	Max
25	22	27	14.8	22	20	2	2.6	2000	1	4
				20	18.2	1.8	2.4			
				18.2	16.8	1.4	2.3			
				16.8	15.9	0.9	2.1			
				15.9	15.3	0.6	1.9			
				15.3	14.8	0.5	1.8			

Tabelul. 9.1.4.3

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de ovăz și aer la temperatura de 30°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	T _{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg[mm]	
									Min	Max
30	27	32	13.6	21	18.8	2.2	2.5	2000	1	4
				18.8	16.9	1.9	2.4			
				16.9	15.2	1.7	3.2			
				15.2	14	1.2	2.1			
				14	13.6	0.4	1.7			

Tabelul. 9.1.4.4

Date termofizice și higrometrice pentru semințele de ovăz și aer la temperatura de 34°C

Ts [°C]	Tu [°C]	Tbob [°C]	Ue [%]	Usi [%]	Usf [%]	Uev [%]	T _{ta} [min]	Gsarja [g]	Lg[mm]	
									min	Max
34	29	35	13	22.5	20	2.5	2.3	2000	1	4
				20	18	2	2.2			
				18	16.3	1.7	2			
				16.3	14.8	1.5	1.9			
				14.8	13.6	1.2	1.7			
				13.6	13	0.6	1.6			

9.1.4.1 Prelucrarea rezultatelor și stabilirea regimului optim de lucru în cazul semințelor de ovăz.

În urma prelucrării rezultatelor experimentale și reprezentării grafice a modului de desfășurare a procesului de extragere a umidității din semințele de ovăz aerate în regim fluidizant cu aer la temperatura ambiantă între 21°C și 34°C a rezultat graficul care se prezintă în figura 9.1.4.1.1.

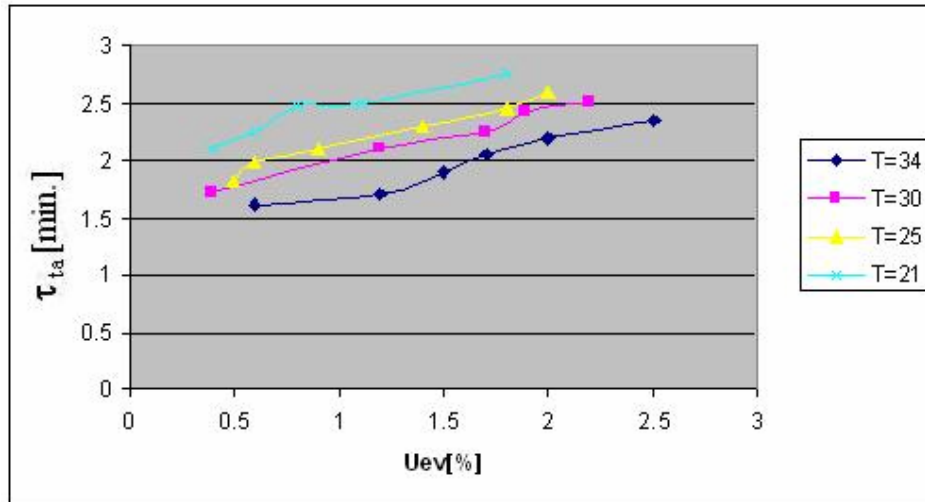


Fig.9.1.4.1.1 Variația procentului de eliminare a umidității din masa de semințe de ovăz supuse procesului de aerare în regim fluidizant la următoarele temperaturi ale aerului: 21°C, 25°C, 30°C, 34°C.

Pe baza rezultatelor experimentale și prelucrarea acestora în urma încercărilor efectuate pe standul experimental, pentru cazul când s-a urmărit eliminarea umidității din semințele de ovăz prin aerare în regim fluidizant la diferite temperaturi ale mediului ambiant s-au constatat următoarele:

a) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 21°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.4-1.8% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 2.1-2.7[*min*] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[*rot/min*] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=20.9\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=16.2\%$, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant

b) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 25°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.5-2% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 1.8-2.6[*min*] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[*rot/min*] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=22\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=14.8\%$, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant.

c) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 30°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.4-2.2% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 1.7-2.5[*min*] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[*rot/min*] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=21\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=13.6\%$, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant

d) Pentru cazul aerării în regim fluidizant cu aer la temperatura de 34°C procentul de eliminare a umidității din masa de semințe variază între 0.6-2.5% și depinde de timpul de trecere al acestuia prin instalație care variază între 1.6-2.3[min] la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100[rot/min] și masa șarjei de 2 kg. Aerarea în regim fluidizant se efectuează pornind de la umiditatea inițială $U_{si}=22.5\%$ și până se ajunge la umiditatea de echilibru $U_e=13\%$, după această valoare, nu se mai poate extrage umiditate din masa de semințe și deci în consecință nu se mai continuă procesul de aerare în regim fluidizant.

e) S-au făcut încercări și la turații ale arborelui ventilatorului transversal mai mari de 1100 [rot/min] dar pe măsură ce s-a mărit turația procentul de eliminare a umidității din masa de semințe a început să descrească deoarece semințele au fost eliminate din ce în ce mai repede din camera de lucru a instalației (scade timpul de menținere a semințelor sub acțiunea câmpului aerodinamic).

În concluzie ,putem spune că, cu cât temperatura aerului este mai mare crește și procentul de eliminare a umidității din masa de semințe, iar pentru cazul prezentat mai sus regimul optim de funcționare este la turația arborelui ventilatorului transversal de 1100 rot/min și temperatura aerului de 34°C.

9.2 PRELUCRAREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE OBȚINUTE ÎN CAZUL ÎN CARE SE URMĂREȘTE AERAREA SEMINȚELOR LA TEMPERATURA AMBIANTĂ PE TIMPUL NOPTII

9.2.1 Caracterizarea amestecului supus prelucrării și a parametrilor de stare ai aerului.

Datele inițiale ce caracterizează parametrii aerului, respectiv ai semințelor sunt trecute în tabelul 9.2.1.

Tabelul 9.2.1
Parametri de stare ai aerului și ai semințelor

G_i [Kg]	U_i [%]	T_{sem} [°C]	T_{us} [°C]	T_{um} [°C]	Turatie ventilator [rot/min]
1.5	20.5	8	6	5	1100

9.2.2. Determinarea posibilității de efectuare a aerării semințelor

Avînd indicațiile termometrului uscat $T_{us}=6^\circ\text{C}$ și a termometrului umed $T_{um}=5^\circ\text{C}$ (determinate cu ajutorul psihrometrului) și temperatura semințelor de $T_s=5^\circ\text{C}$ folosind diagrama VNIIZ se determină umiditatea de echilibru a semințelor $U_e=19.25\%$, umiditatea relativă a aerului este de 85%.

În concluzie putem spune că se poate efectua aerarea semințelor până când umiditatea acestora ajunge la umiditatea de 19.25 % (umiditatea inițială fiind de 20.5%).

9.2.3. Determinarea pierderilor de umiditate, respectiv a numărului de treceri prin instalație până se ajunge la umiditatea de echilibru

Rezultatele obținute în urma încercărilor experimentale s-au centralizat și s-au trecut în tabelul 9.2.3.1.

Tabelul 9.2.3.1
Date centralizate în urma încercărilor experimentale

Nr. treceri	U_i [%]	G_i [Kg]	U_f [%]	τ_{ta} [s]	U_{ev} [%]
1	20.5	2	19.9	10.3	0.6
2	19.9	2	19,5	9.5	0.4
3	19.5	2	19.25	8.8	0.25

Pe baza datelor obținute și centralizate în tabelul 9.2.3.1 de mai sus s-au ridicat următoarele grafice:

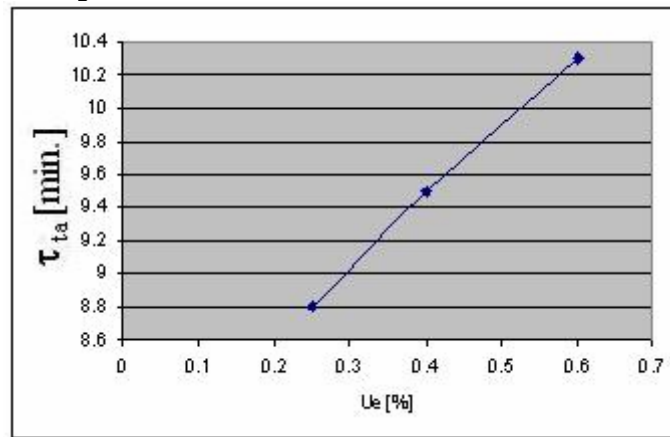


Fig.9.2.3.1 Variația umidității semințelor în funcție de timpul de trecere prin instalație.

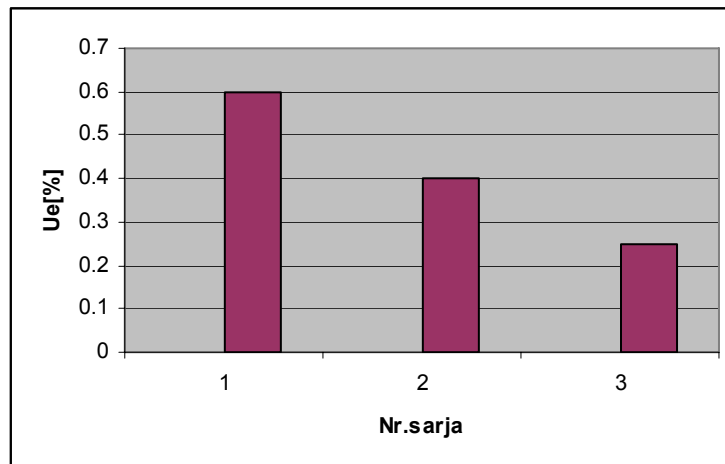


Fig.9.2.3.2 Umiditatea evaporată din masa de semințe pe fiecare șarjă.

Pe baza rezultatelor experimentale și prelucrarea acestora pentru cazul când se urmărește aerarea semințelor în regim fluidizant pe timpul nopții se pot trage următoarele concluzii:

- ❖ aerarea în regim fluidizant cu aer la temperatura de 6⁰C pe timpul nopții se poate face până se ajunge la umiditatea de echilibru a semințelor care este de 19.25%; umiditatea inițială a semințelor fiind de 20.5%. Aerarea după această umiditate de echilibru nu mai face posibilă eliminarea umidității din masa de semințe și în consecință se oprește procesul de aerare pentru că nu mai este eficace.
- ❖ umiditatea evaporată din masa de semințe variază în funcție de timpul de trecere prin instalație, pe măsură ce crește timpul de menținere crește și procentul de umiditate eliminat.
- ❖ procentul de eliminare a umidității din masa de semințe este mai mare la prima trecere (șarjă) și descrește treptat la următoarele treceri.

9.2.4. Determinarea variației de reducere a temperaturii semințelor în urma aerării acestora cu ajutorul standului experimental cu aer la temperatura ambiantă pe timpul nopții

Rezultatele obținute în urma încercărilor experimentale s-au centralizat în tabelul 8.2.4.1, în care G_i – masa inițială a semințelor, $T_{i\text{ sem.}}$ - temperatura semințelor înainte de trecerea prin instalație, $T_{f\text{ sem.}}$ - temperatura semințelor după trecerea prin instalație, Q_{sem} - debitul cu semințe instalației, $U_{r\text{ aer}}$ -umiditatea relativă a aerului, T_t – timpul de trecere a semințelor prin instalație. Parametrii de stare ai aerului înainte de începerea determinării au fost următorii:

$$T_a=8^{\circ}\text{C}, T_u=7^{\circ}\text{C}, U_{r\text{ aer}}=86\%.$$

Umiditatea semințelor la începutul efectuării determinărilor a fost de 18.5%, iar la terminarea determinărilor de 17.5%.

Tabelul 9.2.4.1
Datele inițiale ale amestecului

G_i [kg]	$T_{i\text{ sem}}$ [⁰ C]	$T_{f\text{ sem}}$ [⁰ C]	T_{aer} [⁰ C]	$U_{r\text{ aer}}$ [%]	Q_{sem} [kg/hdm]	T_{ta} [s]
6	26	17	8	86	571.32	9
6	17	14	8	86	571.32	9
6	14	13	8	86	571.32	9
6	13	12	8	86	571.32	9
6	12	11	8	86	571.32	9
6	11	10	8	86	571.32	9
6	10	9	8	86	571.32	9
6	9	8	8	86	571.32	9

Pe baza datelor centralizate în tabelul 9.2.4.1 s-au trasat graficele din figurile de mai jos.

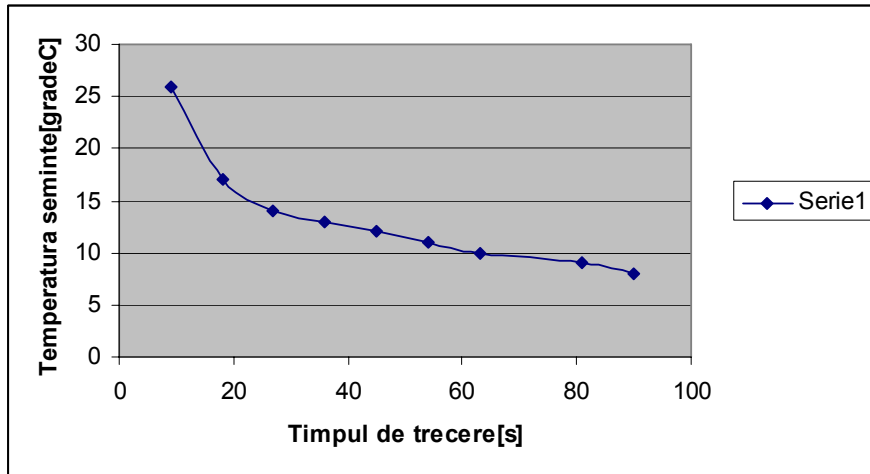


Fig.9.2.4.1 Variația temperaturii semințelor în funcție de timpul de trecere.

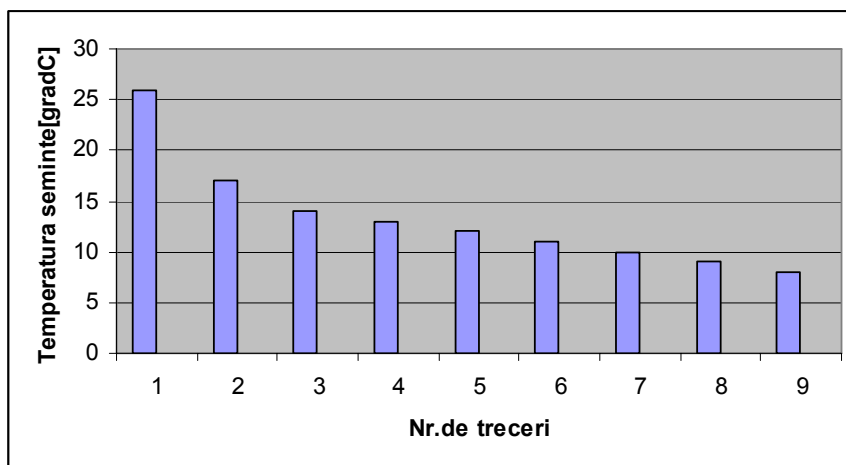


Fig.9.2.4.2 Variația temperaturii semințelor în funcție de nr.de treceri prin instalație.

Pe baza rezultatelor experimentale și prelucrarea acestora pentru cazul când se urmărește răcirea semințelor pe timpul nopții se pot trage următoarele concluzii:

- temperatura semințelor scade pe măsură ce crește numărul de treceri al acestora prin instalație, temperatura semințelor variază de la 26°C la 8°C în urma efectuării a opt treceri a semințelor prin instalație, la un debit constant de 571.3 [kg/h-dm] și umiditatea semințelor de 18.5%.
- scăderea temperaturii semințelor este mai mare la prima trecere, de 9°C și scade treptat pînă se ajunge la temperatura aerului cu care se efectuează aerarea semințelor, care în cazul nostru este de 8°C.

9.3. Concluzii

În urma încercărilor experimentale și prelucrarea datelor, obținute când s-a urmarit preuscarea amestecului de semințe, s-au tras următoarele concluzii :

- Aerarea semințelor se poate efectua pînă cînd se atinge umiditatea de echilibru a semințelor, după această temperatură nu mai are loc reducerea umidității semințelor ci reumezirea semințelor dacă umiditatea acestora este mai mică decît umiditatea de echilibru.
- Pierderea de umiditate este mai mare la prima trecere a semințelor prin instalație (la prima șarjă) și scade treptat pe măsură ce crește numărul de treceri prin instalație, respectiv la mărirea timpului de menținere a semințelor sub acțiunea câmpului aerodinamic din camera de lucru a instalației.
- Variația procentului de eliminare a umidității din masa de semințe de grâu supuse procesului de aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic avînd temperaturile de 20°C, 25°C, 30°C, 34°C crește pe măsură ce crește temperatura aerului astfel:
 - la 20°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 1.2%;
 - la 25°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 1.7%;
 - la 30°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 2%;
 - la 34°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 2.25%;
- Variația procentului de eliminare a umidității din masa de semințe de orz supuse procesului de aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic avînd temperaturile de 20°C, 25°C, 30°C, 34°C crește pe măsură ce crește temperatura aerului astfel:
 - la 20°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 1.3%;
 - la 25°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 1.8%;
 - la 30°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 2%;
 - la 34°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 2.4%;
- Variația procentului de eliminare a umidității din masa de semințe de ovăz supuse procesului de aerare în regim fluidizant cu aer atmosferic avînd temperaturile de 20°C, 25°C, 30°C, 34°C crește pe măsură ce crește temperatura aerului astfel:
 - la 20°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 1.8%;
 - la 25°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 2%;
 - la 30°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 2.2%;
 - la 34°C procentul maxim de eliminare a umidității este de 2.5%;
- Variația vitezei de preuscare crește pe măsură ce crește umiditatea amestecului și scade pe măsură ce scade umiditatea acestuia.
- Variația vitezei de uscare pe timpul nopții este mai mică față de cea pe timpul zilei deoarece și temperatura aerului vehiculat de către ventilatorul transversal pentru preuscare în cele două cazuri este diferită, fiind mai mare pe timpul zilei și mai mică pe timpul nopții.
- Aerarea semințelor cu aer atmosferic la temperatura ambiantă, în vederea reducerii temperaturii acestora, este mai bine să se facă pe timpul nopții, sau cînd afară temperatura aerului are valori mai scăzute (diferența între temperatura semințelor și temperatura aerului atmosferic să fie cît mai

mare). Cu cât temperatura boabelor este mai scăzută cu atât mai mult crește timpul de păstrare a cerealelor la aceeași umiditate a semințelor.

- Procentul de eliminare a umidității din masa de semințe folosind această instalație este mai mare decât în cazul preuscării pe platforme betonate, iar timpul de eliminare a procentului de umiditate din masa de semințe este mai mic în aceleași condiții de temperatură, acest lucru făcându-se fără deprecierea masei de semințe supusă prelucrării.

CONCLUZII FINALE

Pe baza unei ample cercetări bibliografice și a unor cercetări proprii, în lucrarea de față se prezintă sintetic aspecte teoretice și practice legate de realizarea precurățării și preuscării semințelor de cereale prin fluidizare cu aer la temperatura ambiantă precum și studii privind proiectarea și realizarea unei instalații de preuscare și precurățire a semințelor cu aer la temperatura ambiantă.

În baza studiilor teoretice corelate cu efectuarea cercetărilor experimentale se pot trage următoarele concluzii:

- Realizarea unei instalații mobile de precurățire și preuscare a amestecurilor de semințe proaspăt recoltate, conduce la modernizarea și simplificarea actualelor tehnologii de înmagazinare a semințelor în magazii și silozuri de capacitate medie și mică. Având în vedere faptul că aceste magazii sunt deservite de relee de transport semințe cu debitul de 25-40[t/h], în baza cercetărilor experimentale rezultând că debitul optim de alimentare pentru grâu este de 45.6[g/s-dm], rezultă că în cazul unei instalații de tip industrial care să deservească aceste magazii lățimea ventilatorului transversal al instalației trebuie să fie de 1.5[m] care are debitul de 24.7[t/h]. Se face precizarea că la o astfel de lățime de lucru se impune ca instalația industrială să aibă în coșul de semințe un uniformizator de alimentare. Întrucât elevatorul de alimentare a coșului se așează cu gura de evacuare în zona centrală a acestuia recomand ca uniformizatorul de alimentare să fie cu spiră dreapta respectiv stânga, pentru ca masa de semințe să poată fi împinsă de la centru coșului către ambele extremități ale acestuia.
- Proiectarea unei astfel de instalații trebuie să pornească de la cunoașterea debitului de prelucrare a transportoarelor cu bandă din cadrul releelor de transport a semințelor de pe platformele betonate spre magaziile de depozitare sau spre silozuri, atunci când se dorește intercalarea ei în cadrul unui releu;
- Se pune la dispoziția celor care lucrează în domeniu un utilaj simplu, dar foarte eficace, pentru lucrările de precurățire a amestecurilor de semințe, cât și de intervenție rapidă pentru eliminarea zonelor intrate în faza de preîncălzire, în perioada de păstrare;
- Realizarea unei astfel de instalații asigură preluarea cerealelor recoltate în flux continuu, fără staționare pe platformele de solarizare și transferarea spre relee de utilaje destinate înmagazinării unui produs mai curățat, din care, principalul component umed, pleava, a fost în bună măsură eliminat;
- Intercalarea ei în linia tehnologică de relee de transport a amestecului de semințe, de la platforma de descărcare până la magaziile de depozitare, elimină procesul de uscare prin solarizare pe platformă, proces ce se execută actualmente într-o formă deosebit de rudimentară, cu consum

ridicat de manoperă și cu deprecierea considerabilă a semințelor, prin spargerea lor de către roțile tractorului echipat cu încărcător frontal;

- În comparație cu instalațiile firmele străine prezentate în această lucrare, instalația de precurățire și preuscare cu aer la temperatura ambiantă echipată cu ventilator transversal permite realizarea unor camere de lucru de mare lățime, permițând intercalarea ei în fluxul celorlalte utilaje de manipulare, respectiv realizarea unor instalații cu o productivitate mai mare;
- Implementarea ventilatorului transversal în construcția instalației constituie potențialul de bază în adaptarea instalației pentru realizarea acestui proces în flux continuu. Parametrii constructivi și funcționali pe care trebuie să-i aibă ventilatorul transversal ce urmează a intra în dotarea unei astfel de instalații se scot din nomograma prezentată în figura 5.6.4.1, cu condiția cunoașterii caracteristicii energetice a ventilatorului transversal.
- Gradul de precurățire al amestecului de semințe cu o astfel de instalație este în strânsă corelație cu debitul de alimentare al instalației și turația la arborele ventilatorului transversal;
- Debitul optim al instalației se stabilește prin probe, cu care ocazie se definitivează turația de funcționare a rotorului ventilatorului transversal corelat cu structura și gradul de impurificare al amestecului pentru operația de precurățire, la care se mai ia în considerare și umiditatea amestecului în cazul supunerii acestuia la procesul de preuscare.
- Capacitatea de preuscare a instalației este cu atât mai mare cu cât umiditatea relativă a aerului cu care se execută aerarea este mai scăzută în raport cu umiditatea relativă de echilibru a semințelor. Perioadele de timp cele mai favorabile sunt cele în care umiditatea relativă a aerului atmosferic este de sub 70%;
- Preuscarea semințelor este cu atât mai mare, cu cât diferența dintre temperatura aerului și a semințelor este mai mare;
- Aerarea semințelor cu această instalație se poate face până când umiditatea relativă a aerului este egală cu umiditatea semințelor. Dacă umiditatea relativă a aerului este mai mare decât umiditatea semințelor se produce reumezirea semințelor și în acest caz trebuie oprită aerarea, deoarece nu mai are loc efectul de preuscare, ci de umezire a semințelor;
- Răcirea semințelor (pentru cazul când are loc încălzirea semințelor în perioada de păstrare) se recomandă să se facă pe timpul nopții (vara) când temperatura aerului are valori mai scăzute decât pe timpul zilei sau în anotimpurile reci;
- Dacă umiditatea relativă a aerului este inferioară, egală sau superioară umidității de echilibru a semințelor, temperatura de răcire a semințelor este: inferioară temperaturii aerului ("suprarăcire"); egală cu temperatura aerului; superioară temperaturii aerului ("subarăcire");

- În perioada de înmagazinare, când temperatura aerului atmosferic oscilează între 30-35°C, instalația poate elimina necesitatea uscării după înmagazinare, excedentul de umiditate din semințe putând fi eliminat cu această instalație până la valoarea umidității de conservabilitate;
- Simplitatea construcției, gradul său ridicat de mobilitate, permite utilizarea sa și în cadrul exploatațiilor private mici, care produc cantități mai mici de semințe ce se păstrează în magazii, crescând siguranța de păstrare a semințelor și respectiv de intervenție rapidă pentru eliminarea eventualelor cuiburi de încălzire. Condiția care se impune în acest caz este ca să existe posibilitatea de alimentare cu curent trifazat sau generalizarea variantei acționată de la priza de putere a tractorului.

CONTRIBUȚII PERSONALE

A. Contribuții teoretice

- ❖ Sistematizarea și sintetizarea studiilor teoretice privind posibilitatea de eliminare a excesului de umiditate prin fluidizarea semințelor de cereale în vederea păstrării utilizând aerul atmosferic la temperatura ambiantă;
- ❖ Studii aprofundate privind posibilitatea precurățării semințelor de cereale în vederea păstrării utilizând câmpul aerodinamic;
- ❖ Studii aprofundate asupra potențialului de extragere a umidității din masa de semințe de către aerul atmosferic vehiculat la parametrii de stare ai mediului ambiant;
- ❖ Structurarea unei nomograme de corelare a parametrilor de stare ai aerului și a semințelor de grâu;
- ❖ Studii aprofundate privind proiectarea realizarea și experimentarea unei instalații de precurățire și preuscarea a amestecului de semințe cu aer la temperatura ambiantă.

B. Contribuții experimentale

- Realizarea unei instalații experimentale cu ajutorul căruia s-au făcut încercările experimentale privind precurățirea și preuscarea amestecului de semințe de grâu prin fluidizare utilizând câmpul aerodinamic refulat de către un ventilator transversal;
- Stabilirea reglajelor care se impun asupra instalației pentru a funcționa la parametri optimi;
- Determinarea gradului de curățire precum și determinarea parametrilor instalației care trebuie corelați pentru a se obține rezultatele cele mai bune, respectiv a turației la arborele ventilatorului transversal și a debitului de alimentare;
- Determinarea debitului instalației în funcție de gradul de impurificare al amestecului și turația arborelui ventilatorului transversal;
- Determinarea gradului de eliminare a umidității din masa de semințe precum și a condițiilor atmosferice necesare pentru ca acest proces să se desfășoare în condiții optime.
- Conceperea procesului de lucru și realizarea soluției constructiv funcționale a unei astfel de instalații, reprezintă o contribuție tehnico-științifică originală realizată cu ocazia efectuării acestor cercetări și care, prezintă particularități total diferite față de instalațiile proiectate și utilizate de către firmele de peste hotare ce se ocupă cu acest domeniu al conservării semințelor de cereale. Faptul că întreaga instalație nu are în mișcare decât rotorul ventilatorului, reprezintă o garanție în asigurarea unei fiabilități mărite și a unei comodități în exploatare.
- Realizarea și experimentarea unei instalații cu ajutorul căreia se crează condiții de intervenție rapidă pe lângă magaziile din mediul rural, în varianta purtată și acționată de la priza de putere a tractorului.

RECOMANDĂRI

- Aceasta instalație se recomandă, în general, să se utilizeze în cadrul exploatațiilor private care produc cantități de semințe ce se păstrează în magazii, crescând astfel siguranța păstrării acestora în magazii pe o perioadă mai îndelungată fără a fi necesare și alte operații de condiționare a semințelor;
- Realizarea de studii suplimentare privind aspirația ventilatorului transversal care poate fi racordată la un circuit de încălzire a aerului cu panouri solare crescând astfel capacitatea de extracție de umiditate a acestei instalații;
- În cazul intercalării instalației în releele de transport a semințelor de la platforma de descărcare spre buncărele de înmagazinare sau silozuri, se impune realizarea unei instalații al cărei debit să fie corelat la debitul releului de transport.

BIBLIOGRAFIE

- 1 - **Alexandru Chisiu, Teodor Mădăras, D. Matieșan, Dumitru Pop** – Organe de mașini, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1981;
- 2 - **Andra Tamaș, Romulus Minea** – Uscarea, aspecte teoretice și aplicative, Ed. Politehnica Timișoara, 2006;
- 3 - **Anghel G. Și colab.** – Determinarea calității semințelor, Editura Academica R.P.R., 1969;
- 4 - **Anton I; Anton V; Preda I; Popoviciu M.** – Verificarea legilor de similitudine la ventilatoarele axiale. Bul. Șt. și Tehn. I.P.T. – Tom 2 (16) Fasc.1, 1957;
- 5 - **Bărglăzan A; Anton I; Anton V; Preda I.** – Încercările mașinilor hidraulice și pneumatice, Ed. Tehnică, București, 1959;
- 6 - **Benitez J.** – Principles and Modern Applications of Mass Transfer Operations, John Willez & Sons, Inc., Publication, New York, 2002;
- 7 - **Botterill, I.S.M., Teoman Y** – Fluidization, Plenum Press, New York, 1980;
- 8- **Bratu Em. A.**, -Operații unitare în Ingineria chimică, vol III, Ed.Teh.Buc.,1985;
- 9 - **Buletin tehnico-informativ Nr. 1/1987** – Oficiul pentru tehnologia și calitatea cerealelor și plantelor tehnice;
- 10 - **Buletin tehnico-informativ Nr. 1-2/1990** – Oficiul pentru tehnologia și calitatea cerealelor și plantelor tehnice;
- 11 - **Buletin tehnico-informativ Nr. 1/1986** – Oficiul pentru tehnologia și calitatea cerealelor și plantelor tehnice;
- 12 - **Buletin de informații tehnico-economice Nr. 8/1982** – Departamentul pt. contractarea, achiziționarea și păstrarea produselor agricole;
- 13 - **Buletin de informații tehnico-economice Nr. 6/1982** – Departamentul pt. contractarea, achiziționarea și păstrarea produselor agricole;
- 14 - **Buletin de informații tehnico-economice Nr. 1/1981** – Centrala pentru valorificarea cerealelor și plantelor tehnice;
- 15 - **Buletin de informații tehnico-economice Nr. 4/1982** – Centrala pentru valorificarea cerealelor și plantelor tehnice;
- 16-**Bungescu S., Tărcăet R., Biriș S., Vlăduț V., Imbrea F.**- Studii cu privire la utilizarea materialelor compozite stratificate pentru construcția cormanelor plugurilor mecanice moderne, Simpozionul Internațional " Tendinte de Dezvoltare in Agricultura Europeana", Section 7 – Power Resources and Agricultural Machines", organizat de Facultatea de Agricultura din cadrul USAMVB Timisoara in colaborare cu Universitatea din Novi Sad - Serbia Timisoara 15-16 mai 2008;
- 17- **Bungescu S., Vlăduț V., Biriș S.,Tărcăet R., Paraschiv G** –Cercetări aprofundate privind utilizarea materialelor compozite stratificate în construcția cormanelor plugurilor mecanice moderne, Simpozionul „ Energii alternative, tehnologii de mecanizare și echipamente tehnice eficiente pentru agricultură ” organizat de INMA în data de 18.07.2008;
- 18 - **Căproiu Șt., Ștefan C-tin** – Contribuții la realizarea unui ventilator transversal pentru combinele de cereale păioase. Stud. și cercet. de mec. agr. Vol. 5 Nr. 2 M.A.I.A.S.A. R.S.R. 1971;

- 19 - **Corneliu Mirea D.** – Introducere în termodinamica chimică;
- 20 - **Dăscălescu A.** – Uscarea și aplicațiile industriale, Ed. Tehnică, București, 1964;
- 21 - **Fitero I.** – Mecanica fluidelor și mașini hidraulice. Îndrumător de laborator;
- 22 - **Fitero I.** – Mecanica fluidelor și mașini hidraulice. Îndrumător de lucrări. Litografia I.P.T., 1983;
- 23 - **Fryer C. Potter** – Ind. Eng. Chem. Fund., 1972;
- 24 - **Gabor L., Gabor Doina** – Transfer termic în ingineria chimică, Ed. Politehnica, Timisoara, 2002;
- 25 - **Gelardt D.** – Powder Technol., 1973;
- 26 - **Gheorghită Jinesan** – Procese termodinamice și utilaje specifice în industria chimică, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1983;
- 27 - **Gropșanu Z., Rășănescu I. ș.a.** – Procese și aparate în industria chimică. Traducere din limba rusă. E.T. București, 1981;
- 28 - **Iliescu L., Petculescu E.** – Procese și utilaje în industria alimentară, E.D.P. București, 1977;
- 29 - **Indre Ioan, Tărcăet Radu, Ștefan Constantin** – The Transversal ventilator, generating of ideal aerodynamic field for agricultural machinery of horvestic and conditioned. Al VII-lea Simpozion Internațional „Tinerii și cercetarea multidisciplinară”, România – Serbia – Grecia – Bulgaria, 22-23 Septembrie 2005, Reșița;
- 30 - **Ivănuș G. ș.a.** – Ingineria fluidizării, E.T. București, 1996;
- 31 - **Jădăneanț M.** – Termotehnică și mașini termice. Editura Eurostampa, Timișoara, 2004 ;
- 32 - **Jinescu G.** – Procese hidrodinamice și utilaje specifice în industria chimică, E.D.P. București, 1983;
- 33 - **Julietta Florea ș.a.** – Dinamica fluidelor polifazice și aplicațiile ei tehnice, Ed. Tehnica, 1987;
- 34 - **Letosnev M.N.** – Mașini agricole, Ed. Agro-Silvică de stat, București, 1959;
- 35 **Mănișor P. Bria N** – Mașini și instalații pentru uscarea și condiționarea produselor agricole, Ed. Agro-silvică București, 1967;
- 36 - **M.G. Glotcov** – Mașini de curățat semințe, Ed. Tehnică București, 1972;
- 37 - **Marinescu Al.** – Metode, aparate și instalații de măsură în aerodinamică, Ed. Academiei R.S.R. – București, 1970;
- 38 - **Mihăilă C.** – Procese termodinamice în sisteme gaz-solid și aplicațiile lor în industrie, Ed. Tehnică București, 1982;
- 39 - **Mircea Bărglăzan** – Măsură hidraulice și pneumatice. Curs 1992;
- 40 - **Penescu T; Petrescu V.** – Măsurarea presiunii în tehnică. Ed. Tehnică, București, 1968;
- 41 - **Petrescu S.** – Principiile termodinamicii, E.T. București, 1983;
- 42 - **Pitițan C.** – Uscătoare de semințe, Moscova, 1962;
- 43 - **Popescu T; Moraru O.** – Sisteme de acționare pneumatică folosite în agricultură, Ed. „Ceres” – București, 1971;
- 44 - **Povlov C. ș.a.** – Procese și aparate în ingineria chimică. Exerciții și probleme, Ed. Tehnică București, 1981;
- 45 - Prospecte uscătoare ale firmelor Kongsilke, Doquet, Marot, Westword Parts, Carter Day, Westland Parts;
- 46 - **Roman D., Bucurescu N. ș.a.** – Sămânța și pregătirea acesteia pentru însămânțări, Ed. „Ceres”, 1992;
- 47 - **Siciugov N.P.** – Diametralnîe ventilatorî dlia seliskohozeastvennîh mașin. Mehanizația i electrifikația S.X. 8/1970;

- 48 - **Sîciugov N.P; Burcov A.I; Zolobov N.V; Grabelikovskii N.I; Gehtman N.N.** – Zamknuție pneumosistemî maşin. Traktorî i seliiskohozeastvennîe maşin. 8/88 Moskva;
- 49 - **Ştefan C.** – Ventilatorul transversal și perspectiva folosirii acestuia în construcția mașinilor de curățit semințe cu mare lățime de lucru. Buletin tehnico-informativ Nr. 1/1987 MIA și APA Oficiul pentru tehnologia și controlul calității cerealelor și plantelor tehnice – București;
- 50 - **Ştefan C.** – Cercetări experimentale pentru stabilirea parametrilor constructivi și funcționali ai carcasei ventilatorului transversal, destinat mașinilor de curățit semințe. Buletin tehnico-informativ Nr. 2-3 / 1987 MIA și APA. Oficiul pentru tehnologia și controlul calității cerealelor și plantelor tehnice – București;
- 51 - **Ştefan C. ș.a.** – Cercetări teoretice și experimentale privind realizarea unei mașini de curățat semințe folosind ca generator de câmp aerodinamic ventilatorul transversal. Lucrările Sesiunii Internaționale de comunicări științifice F.U.A.C.R. Timișoara 8-9 Decembrie 1995;
- 52 - **Ştefan C.** – Utilaje pentru prelucrarea primară și păstrarea produselor agricole – I.P. "Traian Vuia" Timișoara, 1985;
- 53 - **Ştefan C.** – Utilaje pentru prelucrarea primară și păstrarea produselor agricole – Îndrumător de laborator – I.P. "Traian Vuia" Timișoara, 1989;
- 54 - **Ştefan C.** – Contribuții teoretice și experimentale privind distribuția uniformă a câmpului aerodinamic realizat de ventilatoarele combinelor de cereale în camera de curățire – Rezumatul tezei de doctorat – I.P. "Traian Vuia" Timișoara, 1972;
- 55 - **Ştefan C.** – Lucrare de prezentare a ventilatorului transversal;
- 56 - **Ştefan C., Fitero I.** – Ventilatorul transversal în tehnica agricolă, Ed. Politehnica Timișoara, 1998;
- 57 - **Ştefan C., Glăvan Şt.** – Conducerea științifică a procesului de păstrare îndelungată a semințelor de cereale păioase prin aerare activă – Buletinul Științific și Tehnic al I.P. "Traian Vuia" Timișoara, 1988;
- 58 - **Ştefan C., Iancului D.** – Utilaje pentru prelucrarea primară și păstrarea produselor agricole – I.P. "Traian Vuia" Timișoara, 1980;
- 59 - **Strumillo C.** – Bazele teoriei și tehnicii uscării, E.T. București, 1984;
- 60 - **Sulea I. și colab.** – Aspecte ale mecanizării în Franța, Ed. "Ceres" București;
- 61 - **Talmor E., Benenati R.** – A.I.Ch.E.Jr., 1968;
- 62 - **Tărcăet R., Ştefan C.** – Cu privire la valorificarea particularităților funcționale ale ventilatorului transversal în instalații mobile de precurățit și preuscat semințe - Conferința Națională cu participare Internațională, AMMA 2002, Ed. U.T.PRES Cluj-Napoca, 2002;
- 63 - **Tărcăet Radu** – Contributions to the construction of a mobile equipment for interventions in cereal seeds kept in warehouses – Proceedings of the International Conference Research people and actual task son multidisciplinary science. Vol 2 Tehnical sciences Processing Post Horvest Technology and Logistic Power and Machinery – Loznec, Bulgaria, 6-8 iunie 2007;
- 64 - **Tărcăet Radu, Indre Ioan, Ştefan Constantin** – Studies as concerns the modernization of the processes archived by the equipments used at the processing of the cereal mixture. Al VII-lea Simpozion Internațional „Tinerii și cercetarea multidisciplinară”, România – Serbia – Grecia – Bulgaria, 22-23 Septembrie 2005, Reșița;
- 65 - **Thierer L. Volf** – Determinarea calității produselor agricole vegetale, Ed. „Ceres” București, 1971;
- 66 - **Thierer V. ș.a.** – Tehnologia recepționării și conservării produselor agricole, Ed. "Ceres", București, 1971;

- 67 - **V. Scripnic, P. Bobiciu** – Mașini agricole, Ed. Agro-silvică, București, 1968;
68 - **Vezeanu P., Pătrașcu Șt.** – Măsurarea temperaturii în tehnică, Ed. Tehnică, București, 1968;
69 - **Viădea I.** – Tratat de termodinamică, tehnică și transmiterea căldurii, E.D.P. București, 1974;
70 - **Wather I.** – Chem. Eng. Sci., 1980;
71 - **Weltz R.J., Wicks Ch.E., Wilson R.E., Rorrer G.** – Fundamentals of momentum, Heat and Mass Transfer, Ediția IV-a, John Wiley & Sons, Inc. New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto, 2001;
72 - **Wolff E., Gilbert H.** – Drying Technology, Nr.8 / 1990;
73 - ***** - Măsurarea presiunii, vitezei și debitului cu tubul Pilot-Prandtl. Metoda de măsurare. STAS 6563 – 62;
74 - ***** - Recomandation pour les essai de ventilateurs. Societe Belge des mecaniciens. Bruxelles, 1958;
75 - ***** - Reinigungsvorrichtung fur Mahdrescher. Auszuge Patentaumeld, an 16 Nr. 21, mai 1970. RFG;
76 - ***** - Ventilatoare. Terminologie și clasificare. STAS 7465 – 6;
77 - ***** - Ventilatoare – încercări. STAS 7466 – 66;
78 - ***** - Manualul constructorului de mașini agricole. Vol. I, II, Ed. Tehnica – 1963-64, București;
79 - ***** - Manualul inginerului mecanic, Ed. Tehnică București, 1976;
80 - ***** - Studii și cercetări de mecanică agricolă Nr.4 / 1970 Vol.4 – Redacția revistelor agricole, 1970;
81 - ***** - Studii și cercetări de mecanică agricolă Nr.4 / 1972 Vol.6 – Redacția revistelor agricole, 1972;
82 - ***** - Mecanizarea și electrificarea agriculturii Nr.8 / 1966 – Revistă a consiliului superior al agriculturii din R.S.R., 1966;
83 - www.fermierul.ro
84 - www.eafacere.ro
85 - www.mec.tuiasi.ro
86 - www.anamob.ro/lab/receptie
87 - www.cartiagricole.ro
88 - www.cnaa.acad.md/nomenclature/engineering/051803/exam
89 - www.alexkft.hu
90 - www.agriculture.md
91 - www.agroinfo.ro
92 - www.echiden.ro
93 - www.ukindustrial.com
94 - www.domos.com
95 - www.upt.ro
96 - <http://www.termo.utcluj.ro/termoluc/L18/lucr18.html>

**Titluri recent publicate în colecția „TEZE DE DOCTORAT”
seria 9: Inginerie Mecanică**

1. **Ioan Doru Daș** – *Studiul durabilității organelor active la mașinile de frezare a îmbrăcăminților rutiere, ISBN 978-973-625-581-6, (2007);*
2. **Cosmin-Laurențiu Ionescu** – *Contribuții privind sinteza optimală a sistemelor optice și a caracteristicilor de proces, specifice prelucrării cu laser, ISBN 978-973-625-595-3, (2008);*
3. **Dorin Gheorghe Simoiu** – *Studii teoretice și experimentale privind sarcinile induse de vânt asupra unei structuri mecanice. Aplicații la o structură de antenă parabolică, ISBN 978-973-625-645-5, (2008);*
4. **Ionel Doru Baci** – *Studiul unei familii de rețele axiale reversibile cu aplicații la proiectarea turbomașinilor, ISBN 978-973-625-489-5, (2008);*
5. **Nicolae Giorgi** – *Cercetări teoretice și experimentale privind întocmirea cadastrului de mediu pentru municipiul Târgu Jiu, ISBN 978-973-625-683-7, (2008);*
6. **Ina Liliana Vodislav** – *Contribuții privind valorificarea ecologică a deșeurilor din cauciuc, ISBN 978-973-625-684-4, (2008);*
7. **Liliana Vîlceanu** – *Contribuții privind gestionarea deșeurilor industriale și menajere în contextul dezvoltării durabile a județului Gorj, ISBN 978-973-625-687-5, (2008);*
8. **Daniela Gherghel** – *Contribuții privind recuperarea, prin preotezare, a funcțiilor mecanice ale membrului superior uman, ISBN 978-973-625-686-8, (2008);*
9. **Gavrilă Trif-Tordai** – *Cercetări privind arderea combinată a biomasei cu cărbune, ISBN 978-973-625-713-1, (2008);*
10. **Adrian –Iulian Țenchea** – *Contribuții privind cercetarea arderii în strat fluidizat a biomasei, ISBN 978-973-625-712-4, (2008).*



EDITURA POLITEHNICA

