

PHYSICAL PROPERTIES OF THE GRIST FRACTIONS AT THE SECOND REDUCTION PASSAGE OF A MILLING PLANT

PROPRIETĂȚILE FIZICE ALE FRAȚIILOR DE MĂCINIȘ LA AL DOILEA PASAJ DE MĂCINARE AL UNEI MORI DE GRĂU

As. Ph.D. Eng. Constantin G.A., Prof. Ph.D. Eng. Voicu Gh., Lect. Ph.D. Eng. Stefan E.M.,
Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G., Lect. Ph.D. Eng. Mușuroi G.

„Politehnica” University of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania
Tel: 0727651064; E-mail: gabriel_alex99@yahoo.com

Abstract: Choosing the functional and constructive characteristics of the equipment on the technological flow of a milling plant is influenced primarily by the physical properties of grist intermediate products. In the paper are presented the results of experimental researches concerning the physical properties of grist (the coefficient of static friction - on three types of surfaces, angle of natural slope, bulk density, density, specific surface, porosity) at plansifter compartment of the reduction roller mill for a milling plant of 4.2 t/h from Romania.

Keywords: wheat milling, grist, plansifter compartment, physical properties, grinding phase, reduction roller mill

INTRODUCTION

Manufacture of wheat flour involves repeated grinding and sieving operations, for endosperm to be separated from the bran. Grinding of wheat is made into two separated technological phases: crushing of wheat seeds (breakage phase) and grinding of semolina (reduction phase). In wheat milling plant, breakage / reduction and sifting are complementary operation forming together individual technological phases. After each grinding stage, a sorting on fractions (sifting) of the grist within a plansifter compartment, is performed.

According to several papers from the specialty literature [1, 7, 10, 11], sifting of intermediate products is affected by several factors, the most important being: size and shape of the grist particles, character of the relative motion of the particles on the sieve surface, characteristics of sifting sieve fabric, revolution of plansifter, and the amount of material reaching the sieve.

To properly correlate the technical characteristics of equipment used in the milling process flow is particularly important to know the granulometric characteristics, as well as physical characteristics of grist intermediate products. Thus, operating parameters of equipment on the technological flow, and proper selection of fabrics from inside of plansifters or semolina machines, are influenced by the physical properties of grist.

Coefficient of static friction and angle of natural slope of grist intervene in the movement of grist particles on different types of surfaces, in the sorting on fractions and in the characterization of separation on fractions process, [3].

As described in the paper [5], it is important to know the physical properties of wheat seeds (size and shape, bulk density, density, and mechanical properties, among which hardness and elastic modulus) because they

Rezumat: Alegerea caracteristicilor funcționale și constructive ale echipamentelor de pe fluxul tehnologic al oricărei unități de morărit este influențată în primul rând de proprietățile fizice ale produselor intermediare de măciniș. În lucrare sunt prezentate rezultatele unor cercetări experimentale privind proprietățile fizice ale măcinișului (coeficientul de frecare static – pe trei tipuri de suprafețe, unghiul de taluz natural, masa volumică, densitatea, suprafața specifică, porozitatea) la compartimentul de sită plană al celui de-al doilea măcinător pentru o unitate de morărit de 4,2 t/h din România.

Cuvinte cheie: mărunțirea grăului, măciniș, compartiment de sită plană, proprietăți fizice, faza de măcinare, măcinător

INTRODUCERE

Fabricarea făinii de grâu presupune operații repetate de măcinare și cernere, pentru ca endospermul să fie separat de țărăță. Mărunțirea grăului se face în două faze tehnologice separate: zdrobirea semințelor de grâu (faza de șrotare) și măcinarea grișurilor (faza de măcinare). În morile de grâu șrotarea / măcinarea și cernerea sunt operații complementare formând împreună pasaje tehnologice individuale. După fiecare etapă de mărunțire se face o sortare pe fracții (cernere) a măcinișului în cadrul unui compartiment de sită plană.

Conform mai multor lucrări din literatura de specialitate [1, 7, 10, 11], cernerea produselor intermediare este afectată de mai mulți factori, cei mai importanți fiind: mărimea și forma particulelor de măciniș, caracterul mișcării relative a particulelor de material pe suprafața sitei, caracteristicile țesăturii sitei de cernere, turația sitei plane, dar și cantitatea de material care ajunge pe sită.

Pentru corelarea corectă a caracteristicilor tehnice ale utilajelor folosite în cadrul fluxului tehnologic de morărit este deosebit de importantă cunoașterea caracteristicilor granulometrice, precum și a proprietăților fizice ale produselor intermediare de măciniș. Astfel, parametrii de lucru ai echipamentelor de pe fluxul tehnologic, precum și alegerea corectă a țesăturilor din interiorul sitelor plane sau ale mașinilor de griș, sunt influențate de proprietățile fizice ale măcinișului.

Coefficientul de frecare static, precum și unghiul de taluz natural al măcinișului, intervin în mișcarea particulelor de măciniș pe diferite tipuri de suprafețe, în procesul de sortare pe fracții și în caracterizarea procesului de separare pe fracții, [3].

După cum se arată în lucrarea [5], este importantă și cunoașterea proprietăților fizice ale semințelor de grâu (formă și mărime, masă volumică, densitate, precum și proprietăți mecanice, între care duritatea și modulul de

influence the processes of grinding and sifting, grist properties being correlated with those of the seeds from which it came. Among these, wheat seeds hardness imposes functional and constructive characteristics of the roller mills, as well as shape and size of grist particles which influence the choice of fabrics for sorting on fractions of grist.

Processes of drying, ventilation, heating and cooling of wheat seeds, efficient use of storage places (especially, at seeds and final products of the grinding process), but also process of modeling of air flow through the mass of material particles are affected by the porosity of the wheat seeds and intermediate grist products, [6]. Also, porosity of grist fractions and density of particles influence the stratification of grist on the frames inside of plansifter compartment.

Taking into account the importance of knowing the physical properties of grist products, obtained after each stage of sifting within a plansifter compartment, this paper presents the results of experimental research on the physical properties of the fractions separated at compartment of reduction roll 2 of a milling plant of 4.2 t/h.

MATERIALS AND METHODS

Samples used in the experimental measurement of the physical characteristics of grist were taken on the technological flow of unit S.C. Spicul S.A., Roşiorii de Vede, Teleorman, Romania. There were experimentally determined: coefficient of static friction, angle of slope, bulk density and density of particles of each fraction and were calculated the specific surface and porosity of grist fraction at plansifter compartment C2 for passage M1B from the reduction phase of the milling plant. In fig. 1 is presented the flow diagram for reduction phase of semolina at the reminded milling plant.

elasticitate) deoarece acestea influențează procesele de mărunțire și cernere, proprietățile măcinșului fiind corelate cu cele ale seminței din care provine. Dintre acestea, duritatea semințelor de grâu impune caracteristicile funcționale și constructive ale cilindrilor de mărunțire, precum și forma și mărimea particulelor de măcinș care influențează alegerea țesăturilor pentru sortarea fracțiilor de măcinș.

Procesele de uscare, ventilare, încălzire și răcire a semințelor de grâu, ocuparea eficientă a locurilor de depozitare (în special, la semințe și produsele finite ale procesului de mărunțire), dar și procesul de modelare a fluxului de aer prin masa de particule de material sunt influențate de porozitatea semințelor de grâu și a produselor intermediare de măcinș, [6]. De asemenea, porozitatea fracțiilor de măcinș și densitatea particulelor influențează stratificarea măcinșului pe ramele compartimentelor de sită plană

Data fiind importanța cunoașterii proprietăților fizice a produselor de măcinș, obținute după fiecare fază de cernere în cadrul unui compartiment de sită plană, în această lucrare se prezintă rezultatele unor cercetări experimentale asupra proprietăților fizice ale fracțiilor separate la compartimentul măcinătorului 2 al unei unități de morărit de 4,2 t/h.

MATERIALE ȘI METODE

Probele utilizate în determinările experimentale ale caracteristicilor fizice ale măcinșului au fost prelevate de pe fluxul tehnologic al unității S.C. Spicul S.A., Roşiorii de Vede, Teleorman, România. Au fost determinate experimental: coeficientul de frecare static, unghiul de taluz natural, masa volumică și densitatea particulelor fiecărei fracții și au fost calculate suprafața specifică și porozitatea fracțiilor de măcinș la compartimentul C2 de sită plană aferent pasajului M1B din faza de măcinare a morii. În fig. 1 este prezentată diagrama fazei de măcinare a grîșurilor la unitatea de morărit amintită.

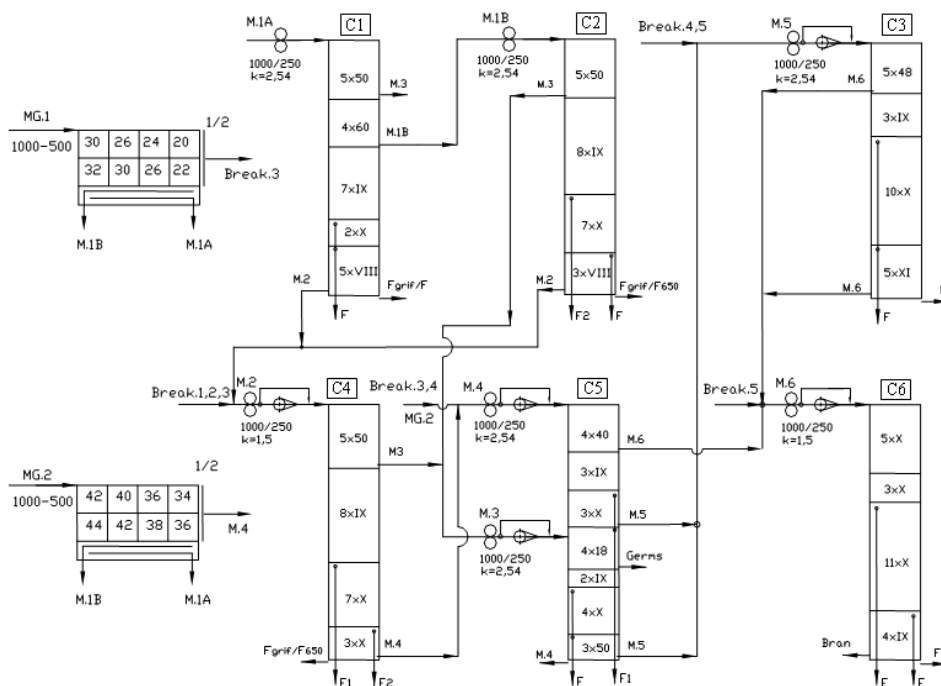


Fig. 1 – The flow diagram of the wheat reduction phase in a milling plant with the capacity of 4.2 t/h / C1-C6 – plansifter compartments; Break 1-5 – break rolls; MG1, MG2 – semolina machines; M1A, M1B, M2-M6 – reduction rolls; F, F1, F2 – flour

For technological diagram of the analyzed mill, equivalence between number of mesh and mesh size, as are indicated in the diagram, is presented in table 1.

Bulk density of a granular mixture is defined as the mass of the material reported to the total volume that it occupies in its natural state.

Pentru diagrama tehnologică a morii analizate, echivalența dintre numărul sitei și dimensiunea ochiurilor acesteia, așa cum sunt ele precizate în diagramă, este prezentată în tabelul 1.

Masa volumică a unui amestec granular este definită ca fiind masa materialului raportată la volumul total pe care acesta îl ocupă acesta în starea sa naturală.

Table 1

Equivalence between the mesh number and mesh size

Mesh number	18	20	26	36	40	46	48	50	54	56	60	VIII	IX	X	XI
Mesh size [mm]	1.17	1.05	0.78	0.52	0.47	0.39	0.37	0.35	0.32	0.31	0.28	0.18	0.17	0.15	0.13

This property is considered as one of base qualitative indices used in establishing of extraction flour, [4]. Yield of flour is closely related to the bulk density. To determine the bulk density was used the method of graduated cylinder.

Density represents the ratio between the mass of the sample and the volume occupied by the particles of it. In paper, determination of density of the grist fractions was made through pycnometric method using xylene as working fluid ($\rho_x=825,44 \text{ kg/m}^3$).

Methodology for determining the bulk density and density used in this paper is given in detail in the papers [2, 8] and corresponds to the standard method.

In the paper was performed also particle size analysis of each grist fraction. Fineness of grist, assessed by the *mean diameter* d_m of grinded particles, determined with sieve shaker, was calculated with relation:

$$d_m = \frac{\sum p_i \cdot d_i}{\sum p_i}, [\text{mm}] \quad (1)$$

where:

p_i represents percentage of material on the sieve of the sieve shaker ($i = 0, 1, 2, \dots, 5$); $\sum p_i = 100$ – sum of the percentages of material on sieves; d_i – average particle size of each intermediate fractions, considered as an arithmetic mean of sieves size apertures surrounding the respective fraction $d_i = (l_i + l_{i+1})/2$. Classifier sieves were chosen to meet the estimated relationship $l_{i+1} = \sqrt{2} \cdot l_i$, from the topper to the lower sieve.

Knowing the average diameter of newly formed particles, their *specific external surface* $S_{e,m}$ can be evaluated by the relation (2):

$$S_{e,m} = \frac{6}{\rho \cdot d_m}, [\text{m}^2/\text{kg}] \quad (2)$$

where:

ρ is the density of analyzed fraction, determined with the pycnometer.

Porosity represents the property of granular materials not to overlay the whole storage volume, existing a intergranular space. Knowing the values of bulk density and density of grist, porosity was determined by the relation (3), [2], [8]:

Această proprietate este considerată ca unul din indicii calitativi de bază folosindu-se în stabilirea extracției de făină, [4]. Randamentul în făinuri este strâns legat de valoarea masei volumice. Pentru determinarea masei volumice s-a utilizat metoda cilindrului gradat.

Densitatea reprezintă raportul dintre masa probei și volumul ocupat de particulele din aceasta. În lucrare, determinarea densității fracțiilor de măcinși s-a făcut prin metoda picnometrică utilizând ca lichid de lucru xilenul ($\rho_x=825,44 \text{ kg/m}^3$).

Metodologia de determinare a masei volumice și a densității utilizată în lucrarea de față este dată în detaliu în lucrările [2, 8] și corespunde cu metoda standard.

În lucrare s-a efectuat și analiza granulometrică a fiecărei fracții de măcinși. Finețea măcinșului, apreciată prin *diametrul mediu* d_m al particulelor mărunțite, determinat cu clasificatorul cu site, s-a calculat cu relația:

unde:

p_i reprezintă procentul de material pe sita i a clasificatorului ($i = 0, 1, 2, \dots, 5$); $\sum p_i = 100$ – suma procentelor de material de pe site; d_i – dimensiunea medie a particulelor fiecărei fracții intermediare, considerată ca medie aritmetică a dimensiunii orificiilor sitelor care încadrează fracția respectivă $d_i = (l_i + l_{i+1})/2$. Sitele clasificatorului au fost alese astfel încât să respecte cât mai bine cerința $l_{i+1} = \sqrt{2} \cdot l_i$, pornind de la sita de sus către sita cea mai de jos a clasificatorului.

Cunoscând diametrul mediu al particulelor nou formate, *suprafața exterioară specifică* $S_{e,m}$ a acestora se poate evalua cu relația (2):

unde:

ρ este densitatea particulelor fracției analizate, determinată cu picnometrul.

Porozitatea reprezintă proprietatea materialelor granulare de a nu ocupa întregul volum de depozitare, existând un spațiu intergranular. Cunoscând valorile masei volumice și a densității măcinșului, porozitatea a fost determinată cu relația (3), [2], [8]:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho}\right) \cdot 100, [\%] \quad (3)$$

The angle of the natural slope is the angle that is made by a free surface of a mass of granular material poured onto a surface, with the horizontal plane. To determine the angle of natural slope was used the material cone method, [2].

Coefficient of static friction, determined by the usual method of the inclined plane [9], was carried out on three types of surfaces: fiber glass, steel sheet and cotton canvas.

RESULTS

The experimental data which characterize the physical properties of the grist obtained at reduction roll M1B of the technological diagram of milling plant, and sorted on fraction in afferent plansifter compartment, are shown in table 2.

According to the technological diagram, wheat semolina ground in reduction roll M1B are sorted on fractions inside of plansifter compartment C2 (see fig.1), consisting of four frame packages with metallic fabric or from plastic material with mesh size in correlation with type of fabric and with number of wires per unit length (table 1).

From the analysis of fig. 1, it has been found that the first five sieves are disposed within a package, have no. 50 (i.e. mesh size of 0.35 mm) and transmit the packet refusal to reduction roll M3, while the sifting of the frames is directed to second package with eight sieve frames (flour sieves, having the fabric no. IX, ie mesh size 0.1 mm). Refusal of the second package feeds the frames of the third package that has seven sieve frames no. X, with mesh size of 0.15 mm (flour sieve). Sifting of sieve frames from packages 2 and 3 is evacuated from compartment as flour, and their refusal passes to fourth package equipped with five frames no. VIII (also flour sieve), with mesh size of 0.18 mm. Sifting of this frames is a semolina flour and is evacuated as such, while the refusal of the package is redirected to reduction roll M2.

All fractions extracted at compartment C2 – afferent to reduction roll M1B were analyzed and the coefficient of static friction and angle of natural slope were determined (table 2).

Unghiul de taluz natural reprezintă unghiul pe care îl face suprafața liberă a unei mase de material granular turnat pe o suprafață, cu planul orizontal. Pentru determinarea unghiului de taluz natural a fost utilizată metoda conului de material, [2].

Coefficientul de frecare static, determinat prin metoda uzuală a planului înclinat [9], s-a efectuat pe trei tipuri de suprafețe: fibră de sticlă lucioasă, tablă din oțel și pânză din bumbac.

REZULTATE

Datele experimentale ce caracterizează proprietățile fizice ale măcinșului obținut la măcinătorul M1B al diagramei tehnologice a unității de morărit, sortat pe fracții în compartimentul de sită plană aferent, sunt prezentate în tabelul 2.

Conform diagramei tehnologice, grișurile de grâu mărunțite la măcinătorul M1B sunt clasificate pe fracții în interiorul compartimentului C2 (vezi fig. 1), alcătuit din patru pachete de rame cu țesături metalice sau din material plastic cu dimensiunile orificiilor sitelor în corelație cu tipul țesăturii și cu numărul de fire pe unitatea de lungime (tabelul 1).

Din analiza figurii 1 se constată că primele cinci site, sunt dispuse în cadrul unui pachet, au nr. 50 (adică dimensiunile orificiilor 0,35 mm) și transmit refuzul pachetului către măcinătorul M3, în timp ce cernutul ramelor este dirijat către pachetul al doilea cu opt rame de sită (site de făină, având țesătura nr. IX, adică orificii de dimensiune 0,1 mm). Refuzul pachetului al doilea alimentează ramele pachetului al treilea care are șapte rame de sită numărul X, cu orificiile țesăturii de 0,15 mm (site de făină). Cernuturile ramelor de sită de la pachetele 2 și 3 sunt evacuate din compartiment sub formă de făină, iar refuzul acestora trece la pachetul al patrulea prevăzut cu 5 rame nr. VIII (de asemenea, site de făină), cu orificii de 0,18 mm. Cernutul acestor rame este o făină grifică și este evacuată ca atare, în timp ce refuzul pachetului este redirijat la măcinătorul M2.

Toate fracțiile de măcinș extrase la compartimentul C2 – afferent măcinătorului M1B au fost analizate și s-a determinat coeficientul de frecare și unghiul de taluz natural (tabelul 2).

Table 2

Values of coefficient of static friction and angle of natural slope

Grist fraction	Static friction coefficient, μ			Angle of natural slope, ψ
	Steel sheet	Cotton canvas	Fiber glass	
C2 Entrance	0.576÷0.723	1.470÷>1.760	0.676÷1.000	38.320
C2 M3	0.611÷0.900	>1.760÷>1.760	0.782÷1.535	41.152
C2 M2	0.835÷1.176	>1.760÷>1.760	>1.760÷>1.760	49.927
C2 Fgrif	0.688÷1.035	>1.760÷>1.760	0.829÷>1.760	38.767
C2 F2	0.653÷0.941	>1.760÷>1.760	>1.760÷>1.760	41.081
C2 F	0.676÷1.400	>1.760÷>1.760	>1.760÷>1.760	46.178

From Table 2 it can be seen that the values of the coefficient of static friction, on steel sheet and fiber glass, are within the limits described in the specialty literature. Values of friction coefficient obtained for cotton canvas also falls within the range of values presented in other papers, being somewhat higher, because of humidity, of equivalent average diameter of particles quite small, which makes them adhere to work surface used in experiments, and to high content of endosperm of grist fractions analyzed.

Using experimental values, presented in table 2, were drawn charts of variation of the average values for the coefficient of static friction and the angle of natural slope for the six grist fractions analyzed, using MS Excel program version 12 (fig.2).

Values of bulk density, specific surface, porosity and mean diameter of the grist fractions analyzed are presented in table 3.

Based on the data obtained and presented in table 3, were graphically drawn, the variations of bulk density, density, specific surface and porosity of grist intermediate products analyzed.

As can be seen from the analysis of data from table 3, and of charts in figure 3, bulk density of fractions resulted when sorting grist in plansifter compartment C2 has a random variation, depending on the type of sieve frame fabric, and the size of apertures of the working sieve, but also of the initial granulation of grist or of shell content, adhesive on the semolina particles subjected to grinding.

Din tabelul 2 se poate observa că valorile coeficientului de frecare static, pe tablă de oțel și fibră de sticlă, sunt în limitele prezentate în literatura de specialitate. Valorile coeficientului de frecare obținute pentru pânza din bumbac se încadrează și ele în limitele largi ale valorilor prezentate în alte lucrări științifice, fiind însă ceva mai mari, datorită umidității, diametrului mediu echivalent al particulelor destul de mic, care face ca acestea să adere la suprafața de lucru folosită în experimente, cât și conținutului ridicat de endosperm al fracțiilor de măcinș analizate.

Folosind valorile experimentale, prezentate în tabelul 2, au fost trasate graficele de variație a valorilor medii pentru coeficientul de frecare static și pentru unghiul de taluz natural pentru cele șase fracții de măcinș analizate, utilizând programul MS Excel versiunea 12 (fig.2).

Valorile masei volumice, densității, suprafeței specifice, porozității și a diametrului mediu al fracțiilor de măcinș analizate sunt prezentate în tabelul 3.

Pe baza datelor obținute și prezentate în tabelul 3, au fost trasate, grafic, variațiile masei volumice, densității, suprafeței specifice și a porozității produselor intermediare de măcinș analizate.

După cum se observă din analiza datelor din tabelul 3, cât și a graficelor din figura 3, masa volumică a fracțiilor rezultate la sortarea măcinșului în compartimentul de sită plană C2 are o variație aleatoare, ea depinzând, atât de tipul țesăturii ramei de sită, cât și de dimensiunea orificiilor sitelor de lucru, dar și de granulația inițială a măcinșului sau de conținutul de înveliș aderent pe particulele de grîș supuse mărunțirii.

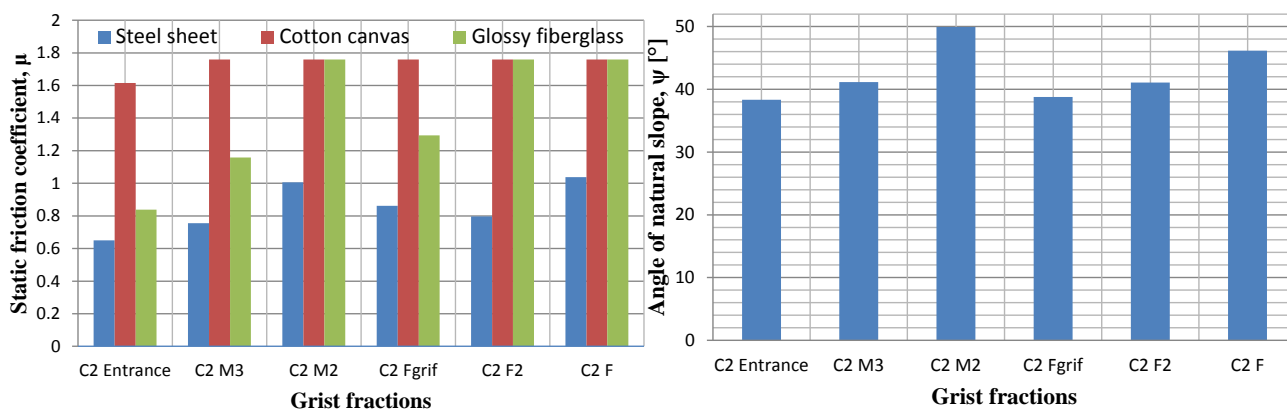


Fig. 2 - Variations of the average values of static friction coefficient for six grist fractions, on 3 types of surface (steel sheet, cotton canvas and fiber glass) and of natural slope angle

Table 3
Values of density, bulk density, specific surface, porosity and average diameter for grist fractions resulting at C1 compartment (from technological diagram)

Grist fractions	Average diameter	Bulk density	Density	Specific surface	Porosity
	[mm]	[g/dm ³]	[g/dm ³]	x 10 ³ [m ² /kg]	[%]
C2 Entrance	0.160	499.000	1371.970	27.333	63.629
C2 M3	0.420	463.000	1334.897	10.702	65.316
C2 M2	0.210	426.000	1389.644	20.560	69.345
C2 Fgrif	0.140	463.000	1371.312	31.253	66.237
C2 F2	0.130	460.000	1377.551	33.504	66.607
C2 F	0.090	440.000	1382.717	48.214	68.179

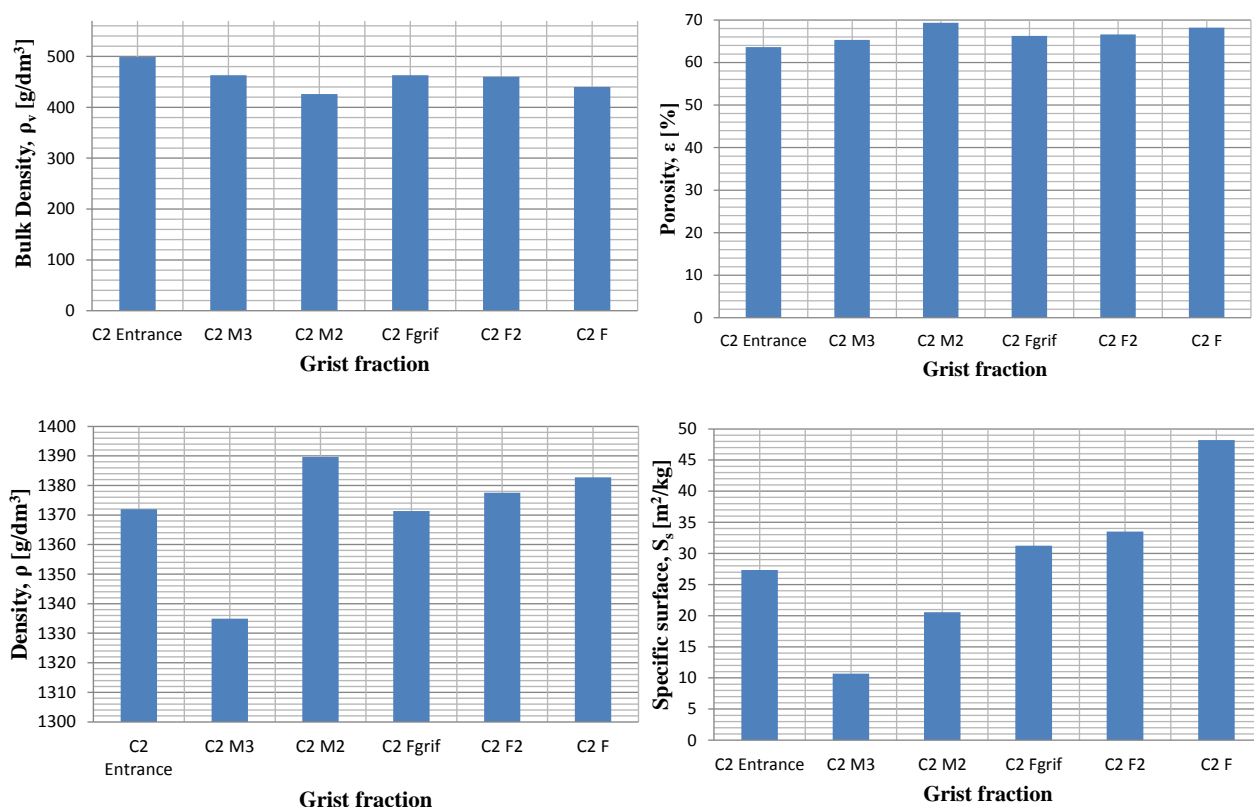


Fig. 3 - Variations of bulk density, porosity, density and specific surface values, depending on six grist fractions analyzed

Also, when grist is separated on fractions, the porosity of each fraction is changing, and this will influence the bulk density value of the resulting material.

However, it has been noticed that fractions C2-M3 and C2-Fgrif have the highest bulk density value (about 463 kg/m³ for both). Nevertheless, it appears, that porosity of flours has relatively high values, in the inverse relationship with bulk density (about 65.3% for C2-M3, respectively 66.2% for C1-Fgrif).

It has been also noted, that fraction which has the lowest bulk density (fraction C2-M2, which is a dust) presents the higher porosity (having 426 kg/m³ bulk density and 69.3% porosity), in the same inverse ratio as the other fractions of compartment.

Related to the surface area of the grist fractions of compartment C2 of the second reduction roll, it is found that the flour fractions have the highest values (31.2 for m²/kg C2-Fgrif, 33.5 m²/kg for C2-F2 respectively 48.2 m²/kg for m²/kg).

It is found that fraction C2-M3 (with a high content of shell) has a lower specific surface (about 10.7 m²/kg), even if the porosity is high.

Regarding the fraction C2-M2 classified as dust, it has a specific surface, with value of about 20.5 m²/kg, in linear relationship with the porosity of the material.

It has been also noticed that flours (consisting of the endosperm of the wheat seeds) have high values of density with values over 1371 kg/m³.

De asemenea, la separarea pe fracții a măcinșului, porozitatea fiecărei fracții se modifică, iar aceasta va influența valoarea masei volumice a materialului rezultat.

Totuși, se observă că fracțiile C2-M3 și C2-Fgrif au cea mai mare valoare a masei volumice (circa 463 kg/m³ pentru ambele). Se constată, însă, că porozitatea făinurilor are valori relativ ridicate, în relație invers proporțională cu masa volumică (circa 65,3% pentru C2-M3, respectiv 66,2% pentru C1-Fgrif).

Este de remarcat, de asemenea, că fracția care are cea mai mică masă volumică (fracția C2-M2, care reprezintă un dust), prezintă cea mai mare valoare a porozității (având 426 kg/m³ masa volumică și 69,3% porozitatea), în aceeași relație invers proporțională ca și celelalte fracții ale compartimentului.

Legat de suprafața specifică a fracțiilor de măcinș sortate la compartimentul C2 al celui de-al doilea măcinător, se constată că fracțiile de făină au valorile cele mai ridicate (31,2 m²/kg pentru C2-Fgrif, 33,5 m²/kg pentru C2-F2 respectiv 48,2 m²/kg pentru C2-F).

Se constată că fracția C2-M3 (cu un conținut ridicat de înveliș) are o suprafață specifică scăzută (circa 10,7 m²/kg), chiar dacă valoarea porozității este mare.

În ceea ce privește fracția C2-M2, clasificată în categoria dusturilor, aceasta are o suprafață specifică, cu valoarea aprox. 20,5 m²/kg, în relație direct proporțională cu porozitatea materialului.

Se remarcă, de asemenea, că făinurile (constituite din endospermul semințelor de grâu) au valori ridicate ale densității cu valori de peste 1371 kg/m³.

CONCLUSIONS

The physical characteristics of grist intermediate products determine the functional characteristics of the passages technological equipment (breakage or reduction) from milling plant.

The analysis and interpretation of data obtained for the 6 samples, coming from the input and 5 outputs of the plansifter compartment C2 (fig. 1), show the following:

- fraction C2-M2, having a high content of shell (bran), compared with the other analyzed fractions that have a high content of endosperm, has a lower bulk density ($\sim 426 \text{ g/dm}^3$);
- semolina flour extracted at this compartment (C2-Fgrif) together with fraction C2-M3 have the highest bulk density (both $\sim 463 \text{ g/dm}^3$);
- also, it can be observed that, although the mass of grist mixture that feeds the plansifter compartment C2 has a porosity of 63.62 %, after sorting, the porosity changes considerably reaching 68.18 % for flour fraction C1-F and 69.35 % for dust that feeds reduction roll M2 (fraction C2-M2).

For all plansifter compartments of a milling plant, from the wheat reduction phase, it is important to know the average size of particles of separated fractions, because it re-enters into the grinding process, and structural characteristics of the roller mills and their operating parameters must be correlated with these.

At the analyzed mill, physical properties of grist, average size of particles of fractions at plansifter compartments and their particle size distribution fall within the limits shown in other specialty papers.

The data presented can be important for all specialists and workers in the milling and grinding of wheat, referring, firstly, to reduction phase of technological process.

ACKNOWLEDGEMENT

The work has been funded by the Sectoral Operational Programme of Human Resources Development 2007-2013 of the Romanian Ministry of Labour, Family and Social Protection through the Financial Agreement POSDRU/107/1.5/S.76903.

REFERENCES

- [1]. Allen T. (2003) – *Particle size analysis by sieving. Powder Sampling and Particle Size Determination*, Elsevier, pp. 208 – 250, Ch.4;
- [2]. Căsândroiu T., David L. (1994) – *Equipment for primary processing and preservation of agricultural products. Guidelines for laboratory work*, Polytechnic University of Bucharest;
- [3]. Coskuner Y., Karababa E. (2007) – *Physical properties of coriander seeds (Coriandrum Sativum L.)*, Journal of Food Engineering, Volume 80, Issue 2, pp. 408-416;
- [4]. Costin I. (1988) – *Miller book*, Technical Publishing, Bucharest;
- [5]. Dżiki D., Laskowsky J. (2005) – *Wheat seeds physical properties and milling process*, Acta Agrophysica. 6(1), pp: 59-71;

CONCLUZII

Caracteristicile fizice ale produselor intermediare de măcinș determină caracteristicile funcționale ale echipamentelor din pasajele tehnologice (de șrotare sau măcinare) din morile de grâu.

Din analiza și interpretarea datelor obținute pentru cele 6 probe, care provin de la intrarea și cele 5 ieșiri ale compartimentului de sită plană C2 (fig.1), se constată următoarele:

- fracția C2-M2, având un conținut mai ridicat de înveliș (tărâță), față de celelalte fracții analizate ce au un conținut mai ridicat de endosperm, are o masă volumică mai mică ($\sim 426 \text{ g/dm}^3$);
- făina grifică extrasă la acest compartiment (C2-Fgrif) împreună cu fracția C2-M3 au masa volumică cea mai mare (ambele $\sim 463 \text{ g/dm}^3$);
- de asemenea, se poate observa că, deși masa amestecului de măcinș ce alimentează compartimentul de sită plană C2 are o porozitate de 63,62%, după sortarea pe fracții porozitatea se modifică considerabil ajungând până la 68,18% pentru fracția de făină C1-F și 69,35% pentru dustul ce alimentează măcinătorul M2 (fracția C2-M2).

Pentru toate compartimentele de sită plană ale unei mori, din faza de măcinare a grâului este important a se cunoaște dimensiunile medii ale particulelor fracțiilor separate, distribuția după dimensiuni și compoziția fizică a acestora, deoarece ele reintră în procesul de mărunțire, iar caracteristicile constructive ale cilindrilor de măcinare, precum și parametrii funcționali ai acestora trebuie să fie corelate cu acestea.

La moara analizată, proprietățile fizice ale măcinșurilor, dimensiunile medii ale particulelor fracțiilor la compartimentele sitei plane și distribuția după mărime a acestora se încadrează în limitele prezentate și în alte lucrări științifice de specialitate.

Datele prezentate pot fi importante pentru toți specialiștii și lucrătorii în domeniul morăritului și măcinării grâului, cu referire, în primul rând, la faza de măcinare a procesului tehnologic.

RECUNOAȘTERE

Rezultatele prezentate în acest articol au fost obținute cu sprijinul Ministerului Muncii, Familiei și Protecției Sociale prin Programul Operational Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Contract nr. POSDRU/107/1.5/S/76903.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Allen T. (2003) – *Analiza granulometrică prin cernere, prelevarea de materiale granulare și determinarea dimensiunii*, Elsevier, pag. 208 – 250, Ch.4;
- [2]. Căsândroiu T., David L. (1994) – *Utilaje pentru prelucrarea primară și păstrarea produselor agricole. Îndrumar pentru lucrări de laborator*, Universitatea Politehnică București;
- [3]. Coskuner Y., Karababa E. (2007) – *Proprietățile fizice ale semințelor de coriandru (Coriandrum Sativum L.)*, Revista de Inginerie Alimentară, Volum 80, Nr.2, pag. 408-416;
- [4]. Costin I. (1988) - *Cartea morarului*, Editura Tehnică, București;
- [5]. Dżiki D., Laskowsky J. (2005) – *Proprietățile fizice ale semințelor de grâu și procesul de morărit*, Acta Agrophysica. 6(1), pag. 59-71;

[6]. Karimi M., Kheiralipour K., Tabatabaeefar A., Khoubakht G., Naderi M., Heidarbeigi K. (2009) – *The effect of moisture content on physical properties of wheat*, Pakistan Journal of Nutrition, 8 (1), pp. 90-95;

[7]. KeShun Liu (2009) – *Some factors affecting sieving performance and efficiency*, Powder Technology, 193, pp. 208-213;

[8]. Mohsenin N.N. (1970) – *Physical properties of plant and animal materials, vol. I (Structure, physical characteristics and mechanical properties)*,. Gordon and Breach Science Publishers, N.Y.;

[9]. Orășanu N., Voicu Gh., Ungureanu N. (2009) – *Determination of the static and dynamic friction coefficients for the milling products and their variation with respect to some parameters*, Modelling and optimization in the machines building field, MOCM. Vol. 15/3, pp.44-50;

[10]. Standish N. (1985) – *The kinetics of batch sieving*, Powder Technology 41, pp.57 – 67;

[11]. Sultanbawa F.M., Owens W.G., Pandiela S.S. (2001) - *A new approach to the prediction of particle separation by sieving in flour milling*, Transactions of IchemE, 79 (Part C), pp. 201-218;

[12]. Voicu Gh., Biris S.S., Stefan E.M., Constantin G.A., Ungureanu N. (2013) – *Grinding characteristics of wheat in industrial mills*, Chapter 15 in Food Industry Book, Edited by InTech Europe, University Campus STeP Ri, Rijeka, Croatia, pp: 323-354.

[6]. Karimi M., Kheiralipour K., Tabatabaeefar A., Khoubakht G., Naderi M., Heidarbeigi K. (2009) – *Efectul conținutului de umiditate asupra proprietăților fizice ale semințelor de grâu*, Revista de Nutriție din Pakistan, 8 (1), pag.90-95;

[7]. KeShun Liu (2009) – *Unii factori care afectează performanța și eficiența cernerii*, Tehnologia Pulberilor, 193, pag: 208-213;

[8]. Mohsenin N.N. (1970) – *Proprietățile fizice ale materialelor animale și vegetale, vol. I (Structură, caracteristici fizice și proprietăți mecanice)*. Editura Științifică „Gordon and Breach”, N.Y.;

[9]. Orășanu N., Voicu Gh., Ungureanu N. (2009) – *Determinarea coeficientului de frecare static și dinamic pentru măcinșuri și variația lor cu anumii parametri*, Modelare și optimizare în domeniul construcției de mașini, MOCM. Vol. 15/3, pag: 44-50;

[10]. Standish N. (1985) – *Cinematica unui pachet de cernere*, Powder Technology 41, pag.57 – 67;

[11]. Sultanbawa F.M., Owens W.G., Pandiela S.S. (2001) - *O nouă abordare a predicției de separare a particulelor prin cernere, în morărit*, Lucrări ale IchemE, 79 (Partea C), pag. 201-218;

[12]. Voicu Gh., Biriș, S.S., Ștefan E.M., Constantin G.A., Ungureanu N. (2013) – *Caracteristicile de măcinare a grâului în morile industriale*, Capitolul 15 în Manualul pentru industrie alimentară, Editat de InTech Europa, Campusul STeP Ri Universității, Rijeka, Croația, pag: 323-354.