



STUDIUL STĂRII DE TENSIUNE ȘI DEFORMAȚIE DIN STRUCTURA UNEI MORI DE MĂRUNȚIT STICLĂ

Ionel Constantin OPREA, Dragoș Cristian STANCIU

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Gabriel JIGA**

În această lucrare am studiat starea de tensiune și deformație din structura unei mori de mărunțit sticlă. În documentul ce urmează a fi prezentat am tratat următoarele subiecte:

- ▣ Informații despre procesul de reciclare al sticlei
- ▣ Principiul de funcționare și mecanismele morii de mărunțit sticlă
- ▣ Mecanismul de mărunțire al sticlelor
- ▣ Caracteristicile de material
- ▣ Aplicarea forțelor și blocajelor
- ▣ Tensiunile echivalente și deformațiile totale
- ▣ Aplicarea blocajelor
- ▣ Calcularea momentului de torsiune

CUVINTE CHEIE: Tensiune, deformație, moară de sticlă, reciclare

1 INTRODUCERE

Începând cu anii '70, metoda elementelor finite a fost folosită la rezolvarea celor mai complexe probleme din domeniul structurilor elastice continue, de la construcțiile civile, industriale sau de baraj până la construcțiile de nave maritime, respectiv cosmice.

Principiile metodei analizei cu elemente finite:

În metoda elementului finit se utilizează, ca punct de plecare, un model integral al fenomenului studiat. El se aplică separat pentru o serie de mici regiuni ale unei structuri continue obținute prin procedeul discretizării, denumite elemente finite, legate între ele prin puncte numite noduri.

STADIUL ACTUAL

Lucrarea prezentată la sesiunea de comunicări științifice prezintă studiul stării de tensiune și deformație din structura unei mori de sticlă, lucrare realizată în cadrul activităților extrașcolare prin documentare și sintetizare a informațiilor împreună cu conducătorul științific.

¹ Specializarea Logistică Industrială, Facultatea IMST;

E-mail: oprea.ionelconstantin@yahoo.com;

² Specializarea Logistică Industrială, Facultatea IMST;

1.1 Procesul de reciclare al sticlei

Sticlele sunt un amestec de dioxid de siliciu și siliciți ai diferitelor metale. Sunt materiale necristalizate (amorse), cu rezistență mecanică și duritate mare, cu coeficient de dilatare mic. La temperaturi mai înalte se comportă ca lichidele

subrăcite cu vâscozitate mare. Nu au punct de topire definit.

Pentru fabricarea sticlei obișnuite se folosește nisipul de cuarț, soda, calcarul, sarea lui Glauber. Aceste substanțe se amestecă și se încălzesc până la 1500 °C.

Proprietăți

Dintre cele mai semnificative proprietăți ale fibrelor de sticlă se enumeră:

- rezistența mare la tracțiune (500–15.000N/mm²) – în funcție de diametrul fibrei;
- rezistența la căldură (la 400°C scade rezistența până la jumătate, iar între 650–850°C încep să se înmoaie); nu ard;
- rezistență bună la radiații;
- fibrele Silica, spre deosebire de cele tip E, au o mai bună capacitate de izolare electrică și termică;
- sunt rezistente la agenții chimici (cu excepția acidului fluorhidric);
- nu sunt toxice, iar ciupercile și bacteriile nu le degradează.

Tipuri de butelii din sticla și utilizările lor
Atat ambalarea, cât și ambalajul au un efect de o importanță deosebită asupra calității, în domeniul produselor alimentare, pe de altă parte și asupra conservării și valorii comerciale a unui produs alimentar pe toată filiera de producere a acestuia. În ultimele decenii, tehnologiile de ambalare, materialele de ambalare, dar și ambalajele au cunoscut o evoluție dinamică, asigurându-se ambalajului un rol funcțional și complex.

STUDIUL STĂRII DE TENSIUNE ȘI DEFORMAȚIE DIN STRUCTURA UNEI MORI DE MĂRUNȚIT STICLĂ

De la vechile materiale, cum sunt hârtia și cartonul s-a trecut la altele mai complexe, cum sunt polietilena, polipropilena etc. Cel mai important lucru pe care s-a pus accentul în ultimii ani a fost caracterul biodegradabil al ambalajelor, într-o încercare de protejare a mediului înconjurător și de promovare a ambalajelor ecologice.

Ambalajele din sticlă se confecționează din materie primă de diferite calități, în diferite forme: borcane, baloane, butelii, damigene, tuburi rigide etc.

Buteliile din sticlă

Aceste tipuri de butelii sunt recipiente cu secțiune transversală cilindrică, în cele mai multe cazuri, mult mai mică decât înălțimea, având capacități variate de la 25 ml până la 10000 ml. În cazul produselor alimentare se folosesc butelii din sticlă calco-sodică, cu capacitate de 100-2000 ml. După modul lor de utilizare, buteliile pot fi:

-Butelii pentru uz general (butelii obișnuite sau butelii de tip Naville, cu capacitate de 1 litru. Se închid cu coroana prin presare sau cu dop de plută ori din material plastic;

- Butelii pentru vin (cu capacitate de 700 sau 780 ml, de tip RHEIN sau de tip Bordeaux). Sunt confecționate din sticlă calco-sodică, având culoarea verde pentru vinurile roșii sau incolore pentru vinurile albe. Sistemul de închidere se face cu capsulă coroană sau cu dop de plută ori de material plastic.



Figura 1. Diferite tipuri de butelii

Prezentarea sistemului din care face parte structura

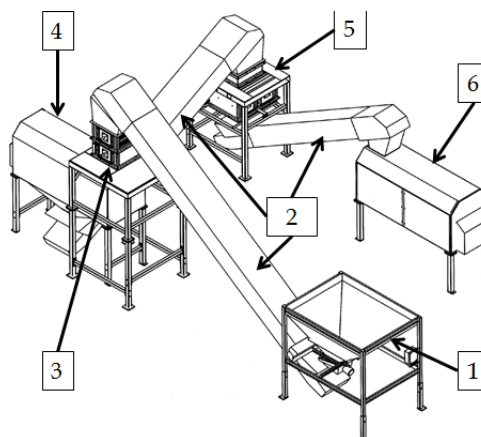


Figura 2. Fluxul de reciclare al sticlei

- 1- Buncăr de alimentare
- 2- Conveioare cu bandă pentru transferul sticlei și al cioburilor
- 3- Moară de mărunțit sticlă
- 4- Cilindru rotativ pentru eliminarea deșeurilor nedorite din plastic și hârtie
- 5- Sistem de eliminare a metalelor
- 6- Cilindru de sortare a particulelor în funcție de dimensiunile acestora

Principiul de funcționare și mecanismele morii de mărunțit sticlă

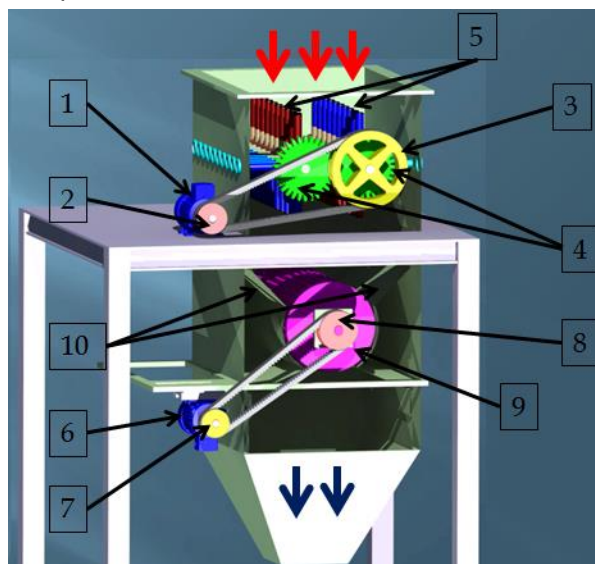


Figura 3. Funcționarea morii de sticlă

La rotirea axului motorului electric 1, roata de cureauă 2, fixată pe ax, transmite mișcarea de rotație la roata condusă 3. De aici, mișcarea este transmisă la mecanismul roților dințate 4 și apoi la arborele 5, cu rol în fărâmițarea sticlelor.

Motorul 6, transmite mișcarea de rotație roții de curea 7, fiind astfel antrenată roata de curea 8. Aceasta este fixată pe același ax cu tamburul 9, care, limitat de două plăci laterale 10, efectuează mărunțirea cioburilor venite din zona superioară a sistemului.

Mecanismul de mărunțire al sticlelor

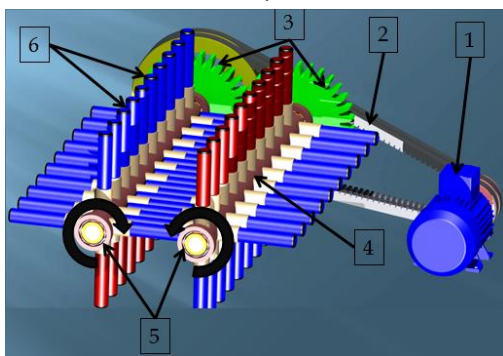


Figura 4. Mecanismul de mărunțire al sticlei

Principalele elemente componente ale mecanismului de mărunțire a sticlelor sunt:

- 1 – Motorul electric și roata de curea;
- 2 – Cureaua dublă de transmisie;
- 3 – Mecanismul roților dințate;
- 4 – Arborele de rotație principal;

5 – Rulmenții;

6 – Bolțurile ce realizează mărunțirea sticlei;

Prin rotația arborilor principali bolțurile se întrepătrund, realizând mărunțirea sticlei. La contactul cu sticla, pe suprafața bolțurilor acționează anumite forțe mari de contact care produc stări locale de tensiune de valori ridicate.

În vederea determinării stării de tensiune și de deformare ce apare în momentul realizării procesului de mărunțire a sticlei, s-a selectat arborele din structura morii și s-a realizat o analiză static-structurală în programul Ansys.

Pentru realizarea unei analize complete, s-au pus în evidență două situații posibile:

Caz 1

Starea de funcționare a sistemului în regim normal

Caz 2

Starea de blocaj al arborilor datorat fluxului mare de sticlă acumulat pe banda conveierului de alimentare.

Caracteristicile de material

Outline of Schematic A2: Engineering Data					
	A	B	C	D	
1	Contents of Engineering Data		Source	Description	
2	Material				
3	OLC 60 îmbunătățit			Folosit în aplicațiile ce includ componente pentru realizarea bateriilor, componente precum axuri rotative. Rezistent la uzura, folosit pentru scule manuale, și piese pentru utilaje agricole, care necesită rezistență ridicată la costuri reduse. Când este tratat termic, acest oțel este caracterizat de o duritate mare a suprafeței, combinată cu rezistență bună. Caracteristici bune de forjare	
*	Click here to add a new material				
Properties of Outline Row 3: OLC 60 îmbunătățit					
	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Density	7.87	g cm ⁻³		
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
6	Isotropic Elasticity				
12	Alternating Stress Mean Stress		Tabular		
16	Strain-Life Parameters				
24	Tensile Yield Strength	355	MPa		
25	Compressive Yield Strength	2.5E+08	Pa		
26	Tensile Ultimate Strength	650	MPa		
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa		

STUDIUL STĂRII DE TENSIUNE ȘI DEFORMAȚIE DIN STRUCTURA UNEI MORI DE MĂRUNȚIT STICLĂ

Pentru realizarea analizei static-structurale, ca material al arborelui s-a folosit un OLC 60 îmbunătățit.

Aplicarea forțelor în cazul 1

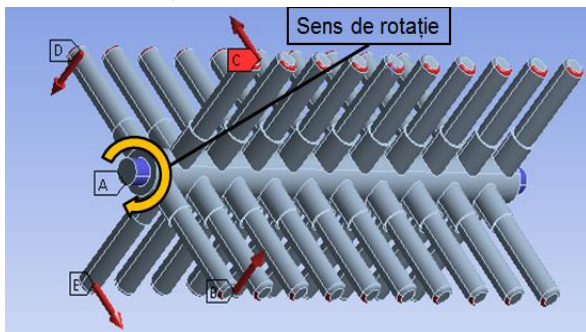


Figura 5. Aplicarea forțelor și a blocajelor în cazul 1

Pentru fixarea arborelui, s-a folosit un blocaj de tip "cylindrical support" aplicat la ambele capete ale acestuia. Pentru veridicitatea rezultatelor s-au aplicat patru forțe B,C,D,E, pe bolțurile arborelui, conform sensului invers de rotație al acestuia, având o valoare de 29 N / bolț.

$$M = F \times 130 \times 10 \Rightarrow$$

$$F = \frac{37395}{13000} = 28,9 \text{ N}$$

Tensiunile echivalente Von-Mises maxime apar la zonele de trecere a arborelui de la un diametru mai mic la un diametru mai mare, în apropiere de zona de fixare a arborelui, având valori de 12,7 MPa.

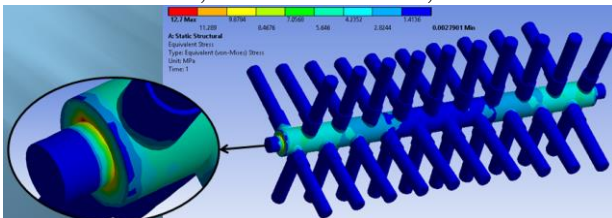


Figura 6. Tensiunile echivalente în cazul 1

Deformațiile maxime de 0.05 mm apar în zonele de extremitate a bolțurilor acolo unde fluxul de sticlă opune rezistență la fărâmițare.

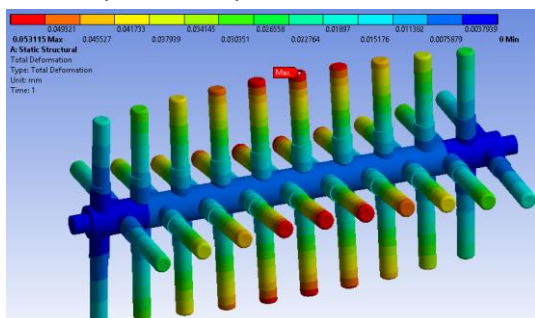


Figura 7. Deformațiile totale în cazul 1

Fixarea arborelui în cazul 2

Pentru fixarea arborelui, s-a folosit un blocaj de tip reazem simplu aplicat la ambele capetele ale acestuia. Pentru a simula mai exact situația reală, s-a

blocat atât deplasarea pe axa Ox, prin aplicarea unui blocaj în capetele arborelui cât și rotația arborelui.

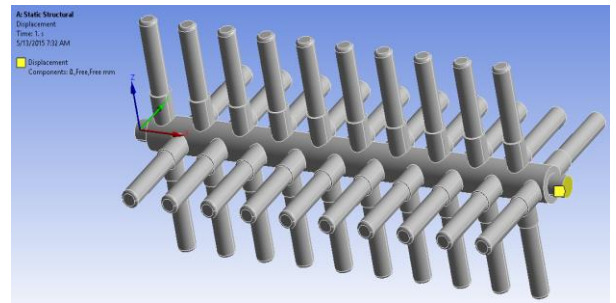


Figura 8. Aplicarea blocajelor în cazul 2

Calculul momentului de torsiune în cazul 2

Momentul de torsiune necesar pentru aplicarea pe bolțurile blocate, s-a calculat cu relația:

$$M_t = \frac{30\phi}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 5,6 \text{ kW}}{\pi \cdot 1420 \text{ rot/min}} = 37659,2 \text{ Nmm}$$

Motorul utilizat este unul de curent alternativ, cu tensiune de 480V. Puterea motorului este de 5,6 kW la o turație de 1420 rot/min.

Tensiunile echivalente în cazul 2

Tensiunile echivalente Von-Mises maxime apar la zonele în care bolțurile intră în contact cu sticla, punându-se în evidență comportamentul arborelui la o solicitare de tip șoc, având o valoare maximă de 4,37 MPa.

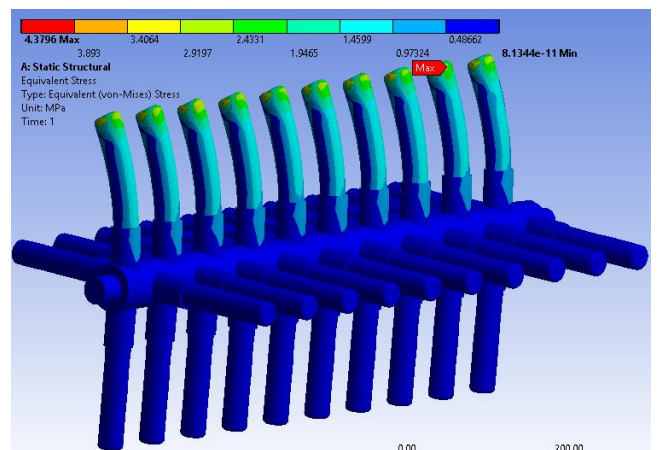


Figura 9. Tensiunile echivalente în cazul 2

Deformațiile totale în cazul 2

Deformațiile totale maxime apar la zonele în care bolțurile intră în contact cu sticla în momentul fărâmițării, însă deformațiile sunt de doar 0,005 mm.

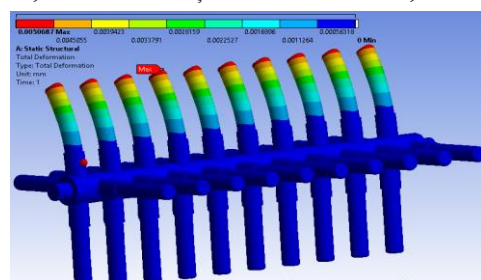


Figura 10. Deformațiile totale în cazul 2



2 CONCLUZII

Conform analizei zonele cele mai solicitate ale arborelui (elementul cu cel mai important rol în procesul de reciclare a sticlei) au fost:

Zona de trecere a arborelui de la un diametru mai mic la un diametru mai mare

Zona de contact direct a bolțurilor cu sticla.

În zona de contact au rezultat tensiuni echivalente Von-Mises de patru ori mai mari în cazul solicitării la șoc a arborelui (cazul 2). fixarea arborelui, s-a folosit un blocaj de tip reazem simplu aplicat la ambele capetele ale acestuia. Pentru a simula mai exact situația reală, s-a blocat atât deplasarea pe axa Ox, prin aplicarea unui blocaj în capetele arborelui cât și rotația arborelui.

Chiar dacă tensiunile rezultate în urma analizei nu au o valoare ridicată ($\approx 4,5$ Mpa), se întâmplă ca sistemul de mărunțit sticlă să se defecteze datorită ruperii sau îndoirii bolțurilor ce aparțin arborelui principal la un interval de lucru ce nu poate fi estimat cu exactitate.

3 BIBLIOGRAFIE

- [1]. Incontrol Simulation Solution Brochure ED 9 English version
- [2]. Giffin, J. (2003). *Simulation Course Handout*. Dep.of Management: Univ. of Canterbury
- [3]. Haige, J.W. and Paige (2001). Learning Glass recycling: The Complete Guide
- [4]. <http://marianamuntean.wordpress.com/2013/02/19/producerea-sticlei>
- [5]. <http://www.ro-ambalaje.ro/109-articol-tipuri-de-butelii-din-sticla-si-utilizarile-lor.html>