

## ASPECTE PRIVIND COMPORTAMENTUL RECIPIENTILOR SUB PRESIUNE

Florescu Virgil, doctor inginer, Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti,  
Rus Dorin, inginer, Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti,

### Abstract

The paper proposes an analysis over the sizing modality of the under-pressure tanks. For this we will do a comparative analysis between the theoretical calculation of walls' thickness and LPG cylinders tests.

From the point of view of the calculation methodology, this will be done in compliance with ISCIR technical prescriptions, for a maximum working pressure as well as for test pressure when expired. In parallel, another analysis will be performed with the help of FEM.

From an experimental point of view, a batch of cylinders will be tested and they will be put under pressure until the cylinders will brake.

### 1. REZUMAT

Lucrarea isi propune o analiza asupra modului de dimensionare a recipientilor sub presiune. Pentru aceasta se va face o analiza comparativa intre calculul teoretic al grosimii peretilor si testele de presiune pentru recipientii sub presiune utilizati pentru imbutelierea de LPG pentru uz casnic.

Din punct de vedere al metodologiei de calcul, acesta se face in conformitate cu prescriptiile tehnice ISCIR, atat pentru presiunea maxima de lucru cat si pentru presiunea de verificare la scadenta a acestora. In paralel se va face si o analiza cu ajutorul metodei elementului finit.

Din punct de vedere experimental se va testa un lot de butelii ce va fi supus la presiune pana cand se va obtine spargerea acestora.

### 2. CALCUL TEORETIC

In conformitate cu prescriptia tehnica C4/2-2003, colectia ISCIR dimensionarea recipientilor din conditia de rezistenta se face astfel:

Stabilirea tensiunii admisibile:

Tensiunea admisibila (notat fa) se defineste ca fiind valoarea minima a rapoartelor:

$Rc^{20}/c_{s1}$  si  $R/c_{s2}$

Unde :

$Rc^{20}$  = rezistenta la rupere la intindere la temperatura de 20°C in MPa

R = limita de curgere la temperature de calcul

$c_{s1}$  = coeficient de siguranta

$c_{s2}$  = coeficient de siguranta

in conformitate cu cartea recipientului valorile sunt:

$$R_{C^{20}} = 370 \text{ MPa (notat si } R_r)$$

$$R = 240 \text{ MPa (notat si } R_c)$$

$$c_{s1} = 2,4 \text{ (cf. PT C4/2 - 2003)}$$

$$c_{s2} = 1,5 \text{ (cf. PT C4/2 - 2003)}$$

$$R_{C^{20}/c_{s1}} = 370/2,4 = 154,167$$

$$R/c_{s2} = 240/1,5 = 160$$

Valoarea **fa** va fi de **154,167**

Notatiile de calcul:

D = diametrul interior in cm  
H = inaltimea partii bombate a fundului  
spf = grosimea elementului – in cm  
Ks = factor de forma  
C1 = adaos pentru conditii de exploatare in cm  
C2 = adaos pentru rotunjire in cm  
fa = tensiunea admisibila in MPa  
zf = coeficient de rezistenta a imbinarii sudate  
pc = presiunea de maxima exploatare in MPa

Determinare lui Ks se face conform prescriptiei c4/2 – 2003 in functie de raportul H/D = 0,467 si are valoare Ks = 2

In conformitate cu prevederile procedura C4/2 – 2003 pentru zf = 1

Valorile pentru C1 si C2 sunt cele prevazute de proiectant si au valorile:

$$C1 = 0,1 \text{ cm}$$

$$C2 = 0,05 \text{ cm}$$

Relatia de calcul pentru grosimi este :

$$R_r := 370 \quad (\text{MPa}) \quad C_{s1} := 2,4$$

$$R_c := 240 \quad (\text{MPa}) \quad C_{s2} := 1,5$$

$$f_{a1} := \frac{R_r}{C_{s2}} \quad (1) \quad f_{a1} = 154,167 \quad (\text{MPa})$$

$$f_{a2} := \frac{R_c}{C_{s1}} \quad (2) \quad f_{a2} = 160 \quad (\text{MPa})$$

$$f_a := f_{a1}$$

$$f_a = 154,167 \quad (\text{MPa})$$

$$p_c := 1,5 \quad (\text{MPa})$$

$$D := 15 \quad (\text{cm})$$

$$C1 := 0,1$$

$$C2 := 0,05$$

$$H := 7 \quad (\text{cm})$$

$$\frac{H}{D} = 0,467 \quad K_s := 2 \quad z_f := 1$$

$$s_{pf} := C1 + C2 + \frac{p_c \cdot D \cdot K_s}{4 \cdot f_a \cdot z_f} \quad (3) \quad (\text{cm})$$

$$s_{pf} = 0,242 \quad (\text{cm})$$

### 3. ANALIZA CU ELEMENT FINIT

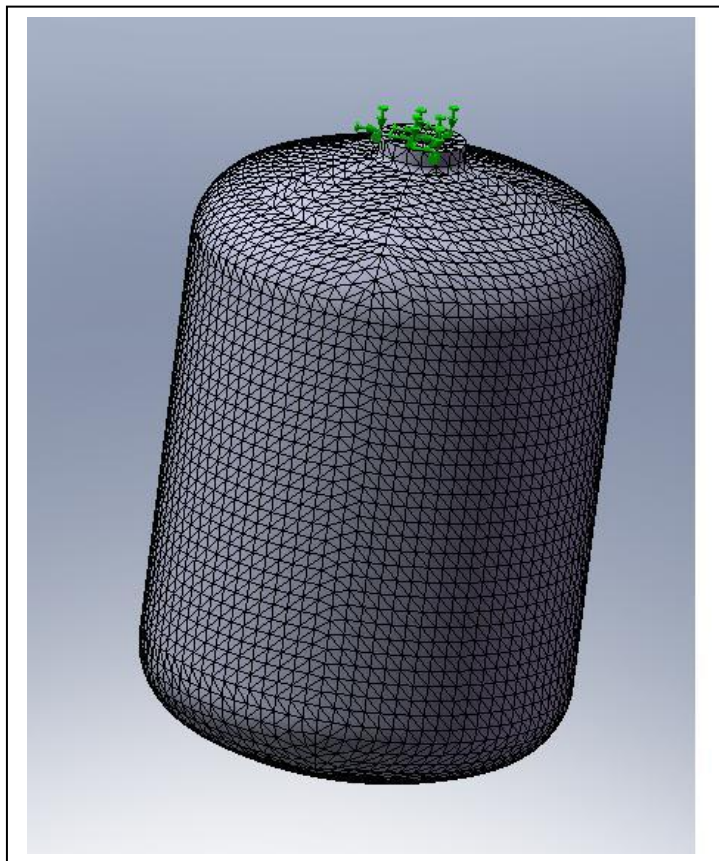
Pentru acesta a fost realizat modelul la scara 1:1 in SOLID WORKS si a fost utilizat pentru analiza prin metoda elementului finit

Modelul avand realizata reseaua de discretizare este prezentat in fig.1.

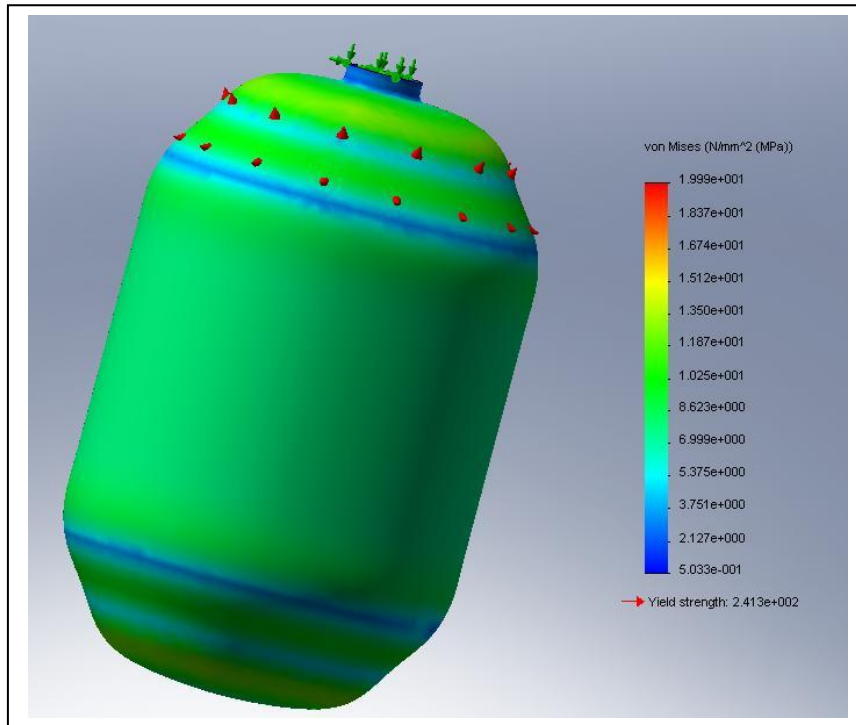
In urma aplicarii sarcinilor (presiunea de lucru), se obtine, pentru tensiunile echivalente (von Misses), o distributie conform(fig.2).

Deoarece este evident faptul ca valorile determinate prin aceasta metoda, sunt semnificativ mai mici decat cele admisibile, se trece la majorarea presiunii de incarcare.

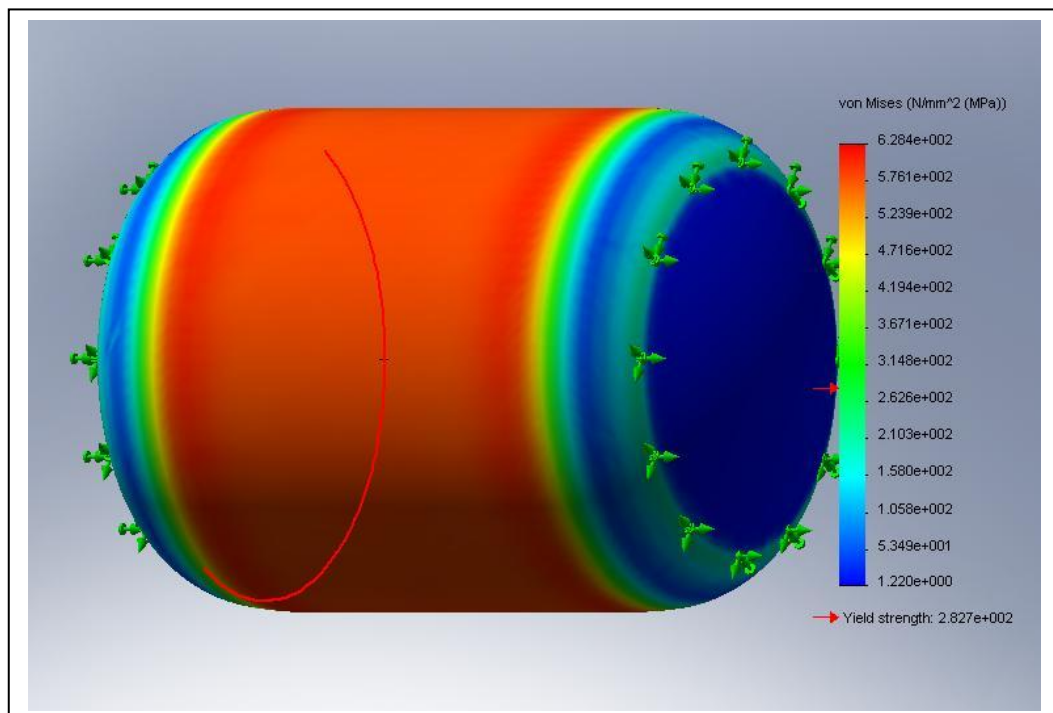
Dupa cum se observa, tensiuni periculoase apar pentru incarcari cu presiunea de peste 90 bar (9MPa) (fig.3)



**Fig.1 Model discretizat**



**Fig.2 Starea de tensiuni la presiunea delucru**



**Fig.3 Starea de tensiuni la presiunea de 9,5 MPa**

#### 4. DETERMINARI EXPERIMENTALE

Au fost efectuate incercari pe loturi de cate 10 recipiente pana la aparitia ruperii (vezi fig.4)



Rezultatele testului sunt prezentate in tabelul de mai jos

Nr. crt.	seria	tara kg	capacitate (apa) l	presiunea spargere bar	volum dupa spargere l	dilatate volumetrica		zona de rupere
						l	%	
1	001982	12.05	26.1	96.88	33.51	7.41	28,41	corp
2	000491	12.03	26.15	100.01	34.65	8.5	32.5	sudura
3	000119	12.25	26.15	95.12	33	6.85	26.2	corp
4	000703	12.3	26.05	99.04	34.25	8.2	31.48	corp
5	000373	12.2	26.10	98.05	33.62	7.52	28.8	corp
6	001876	12.3	26.05	98.7	34.17	8,12	31.18	corp
7	000288	12.3	26.10	97.17	34.58	8.48	32.49	corp
8	000822	12.2	26.05	98.05	33.1	7.05	27.08	corp
9	000170	12.1	26.1	96.01	33.36	7.31	28.06	corp
10	000162	12.3	26.1	96.24	33.78	7.68	29.42	sudura
11	003900	12.3	26.1	91.66	33.68	7.58	29.05	corp
12	003567	12.35	27.25	99.49	33.97	7.87	30.15	corp
13	003194	12.2	26	97.133	34,22	8,22	31,61	corp
14	002799	12.2	26,55	99.32	34,48	7,93	29,86	corp
15	002226	12.3	26,15	98.91	33,61	7,46	28,52	corp
16	003775	12.35	26,05	97.49	33,26	7,21	27,67	corp
17	003799	12.2	26,35	99.48	33,92	7,57	28,72	corp
18	002934	12.3	26,2	99,28	34,06	7,86	30	corp
19	002927	12.35	26,05	96,83	33,31	7,26	27,86	corp
20	002692	12.3	26,55	100,19	34,66	8,11	30,54	corp

## 5 Concluzii

Asa cum era de asteptat, Metodologia de calcul conduce la supradimensionarea grosimii peretilor, fapt explicabil prin destinatia recipientilor si imposibilitatea controlarii modului de manipulare a acestora .

Este de remarcat faptul ca prin aplicarea metodei elementului finit se obtin rezultate comparabile cu cele inregistrate experimental.

## 6. Bibliografie

- \*\*\* Prescriptii tehnice C4/1 -2003 , colectia ISCIR
- \*\*\* Prescriptii tehnice C4/2 -2003 , colectia ISCIR
- \*\*\* Directiva Europeana 99/36/EC
- \*\*\* EN 1442