

ELEMENTE DE MODELARE 3D ALE UNEI STRUCTURI CU SIMETRIE DE REVOLUȚIE

AXISYMMETRIC PRESSURE VESSEL 3D MODELING ALGORITHM

MOCANU Ștefan, Ș.I.univ.dr.ing., Facultatea de Utilaj Tehnologic, U.T.C.B., Romania
e-mail: mocanustef@gmail.com

Rezumat

Articolul de mai jos prezintă una dintre cele mai simple variante de modelare ale unui recipient sub presiune de formă sferică; cheia de boltă a simplității tratării o constituie tocmai utilizarea simetriei de revoluție a recipientului, prin intermediul capacităților specifice ale suitei de modelare SolidWorks.

Cuvinte cheie: rezervor sferic, recipient sub presiune, metodă de calcul, modelare, element finit.

Abstract

The present paper presents one of the simplest hence straightforward methods for a given axisymmetric pressure vessel 3D modeling; in order to achieve the mentioned goals, specific SolidWorks capabilities are used.

Keywords: spherical tank, under pressure vessel, computational method, modeling, finite element analysis.

1. DATE INIȚIALE ALE STUDIULUI

Suntem obișnuiți a considera o structură de formă geometrică regulată ca fiind ușor de modelat prin intermediul metodelor moderne de calcul, de exemplu un rezervor de formă sferică, caracteristic stocării produselor petroliere diverse (fig.1).



Fig.1

Cu toate acestea, gradul de simplitate al abordării problemei va depinde de mulți parametri, de la gradul de apropiere de realitate al studiului (raportul între diverșii parametri geometrici ai structurii de studiat, tipul ipotezelor de lucru, etc.), până la capacitatea de încărcare a tehnicii de calcul la dispoziție.

Astfel, în cazul structurii în discuție este total insuficientă modelarea elementară tip sferă simplă, fapt datorat schemei complexe de rezemare a acesteia; prezența picioarelor de sprijin va trebui a fi luată în considerare pentru o cât mai veridică reproducere a stării de tensiune/deformație.

2. VARIANTE DE ABORDARE

În ceea ce privește modelarea propriu-zisă, aplicația SolidWorks (Simulation) 2014 [1,5], permite mai multe variante de abordare, criteriul principal de departajare fiind utilizarea elementelor tip "part" (piesă individuală) ori "assembly" (entitate alcătuită din mai multe părți individuale sau ansamble); este însă demnă de remarcat și existența criteriului de modelare în cadrul căruia se utilizează simplificarea prin folosirea simetriei (în cazul de față, circulară), la modelarea respectiv discretizarea structurii studiate.

Prin comparație, utilizarea unui element unic de studiu (part – fără utilizarea simetriei), conduce la modelul de mai jos (fig.2), câteva din dezavantajele existente fiind imposibilitatea alegerii de diverse materiale pentru recipientul sferic, respectiv pentru picioarele de sprijin ale acestuia, precum și apariția eventuală a unor "reziduuri" din modelare pe fața interioară a recipientului sferic (cu implicații directe asupra dificultății operațiunii de discretizare, implicit asupra gradului general de precizie).



Fig.2

Elemente de modelare 3D ale unei structuri cu simetrie de revoluție

Ca primă măsură de rafinare a nivelului de acuratețe al tratării se poate trece la modelarea cu utilizarea simetriei, aplicația utilizată permițând alegerea mai multor căi de parcurs, între care considerăm potrivit pentru studiul prezentat algoritmul de tratare cu ajutorul simetriei circulare sau de revoluție (cyclic symmetry / symmetric restraints); sunt prezentate în figura de mai jos (fig.3), datele de intrare ale simulării, fiind evidentă apropierea de realitate datorită existenței unui număr ridicat de elemente finite pentru porțiunea de structură studiată, porțiune ce reprezintă doar o fracțiune din întreg.

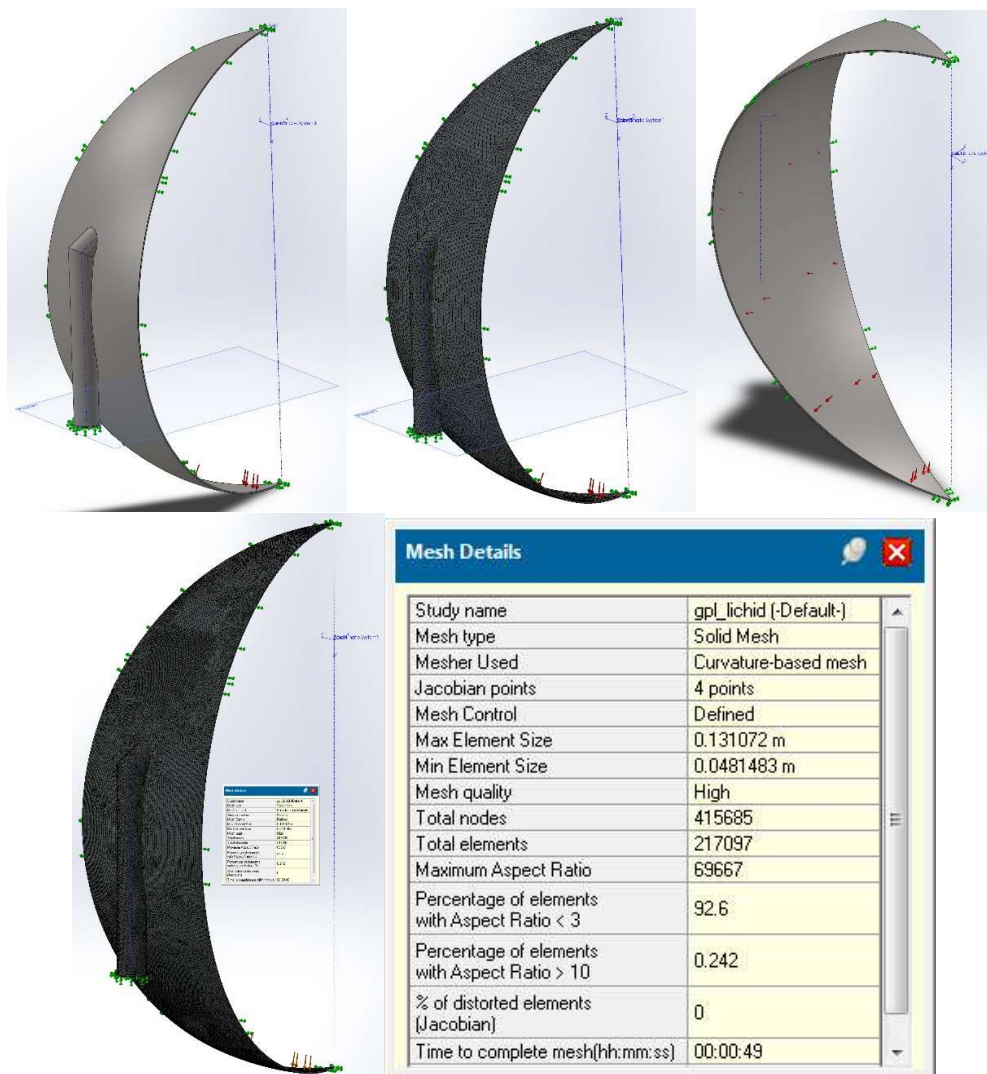


Fig.3

În plus, ca o consecință a utilizării simetriei de revoluție, în figura 3 a putut fi pus în evidență cu claritate sistemul local de coordonate "Coordinate System 1", în raport cu care s-

ar putea modela legea de variație liniară a sarcinii datorate greutateii proprii a produsului stocat în fază lichidă (presiune hidrostatică), în cazul de față – ipoteza de lucru ”recipient plin 80%).

3. CONCLUZII - REZULTATE FINALE

Pentru compararea rezultatelor obținute, s-a utilizat ca referință setul de valori obținute prin modelarea structurii de studiu (fig.4), printr-un ansamblu alcătuit din zece module ”petală-picior”, fără utilizarea simplificării schemei de calcul prin utilizarea simetriei (cu sublinierea nivelului ridicat de resurse hardware și software necesare).

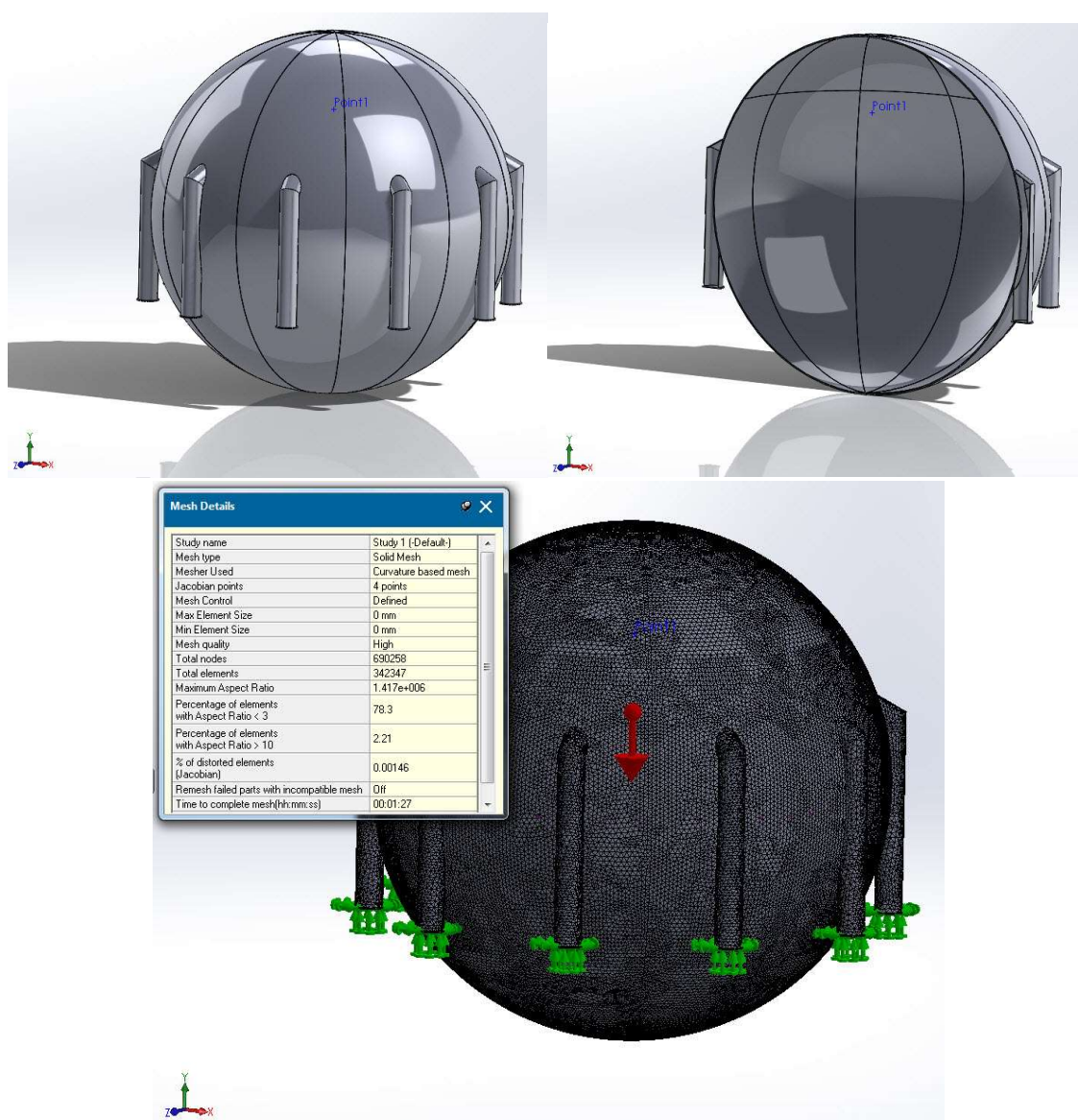


Fig.4

Elemente de modelare 3D ale unei structuri cu simetrie de revoluție

În tabelul de mai jos sunt reprezentate valorile comparative ale rezultatelor studiului, astfel:

Tab.1

Metoda utilizată	Număr de elemente finite	Procentaj elemente cu aspect ratio < 3	Procentaj elemente cu aspect ratio > 10
Part - întreg	388 754	79,1	3,4
Part – petală-picior/simetrie	34996 (217 097)	79 (92,6)	1,95 (0,242)
Assembly – 10 module petală-picior	342 347	78,3	2.21

Convergența soluției obținute este confirmată de setul de mărimi de ieșire din tabelul 1, fiind astfel validate metodele de calcul studiate.

Este de remarcat caracterul redus de împrăștiere al valorilor criteriilor de performanță ale rețelei de discretizare, în ciuda diferențelor de ordin de mărime în ceea ce privește numărul de elemente finite obținute.

Algoritmul de modelare prin utilizarea simetriei de revoluție a permis obținerea celui mai mic procentaj de elemente distorsionate (aspect ratio > 10), prin aspect ratio fiind notat raportul dintre cea mai mică respectiv cea mai mare dimensiune a laturilor unui element de discretizare tip solid (tetraedru).

Creșterea procentajului de elemente cu aspect ratio mai mic decât trei (valoare ideală unitate), se poate realiza în continuare prin diverse alte combinații de variante și artificii de modelare, metode ce diferă de la caz la caz (discretizare particularizată pe zone de interes, creșterea numărului de elemente finite, etc.) – tab.1, valori între paranteze, fig.3.

REFERINȚE

- [1] www.cadworks.ro/ , www.3dcadvegra.ro/ .
- [2] *Ungureanu I., Ispas B., Constantinescu E.* , „Rezistența materialelor”, vol.II, Institutul de Construcții București, 1981.
- [3] *Popov E.P.* , „Mechanics of Materials”, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1976.
- [4] *Andreescu I., Mocanu Șt.* , „Compendiu de Rezistența Materialelor”, Matrix Rom, București, 2005.
- [5] *** COSMOS/M – Finite Element System, User Guide, 1995.
- [6] *Mocanu Șt.*, „Studiu privind influența sensului de aplicare a sarcinii utile asupra factorului de siguranță la flambajul elastic al unei piese de formă complexă” **Articol**, Sinteze de mecanică teoretică și aplicată – vol.1(2010), Ed.MatrixRom. București, ISSN 2068 – 6331, pag.85-92, București, 2010.
- [7] *Mocanu Șt.*, „Chestiuni privind utilizarea metodelor numerice la modelarea comportamentului structurilor dublu articulate solicitate la flambaj”, **Comunicare**, Al XIV-lea Simpozion Național de Utilaje pentru Construcții – SINUC 2013, ISSN 2285 - 9209, ISSN-L 2285 - 9209 București, 12-13 decembrie 2013.