

Cavități în mediile L_A și propagarea cavitară

Bibliografie

- 1 - http://filosofia.obiectuala.ro/ro/aplicatii/Introducere_In_Filosofia_Obiectuala.pdf
- 2 - Eugen Bădărău, Mircea Grumăzescu - *Ultraacustica fizică și tehnică*, Editura Tehnică, București, 1967
- 3 - Jean Pierre Franc, Jean-Marie Michel (Eds.) - *Fundamentals of Cavitation*, Kluwer Academic Publishers, 2005

1 - Introducere

Pentru început reamintim cititorului (vezi cap. 6 din [1]) că un mediu L_A este un sistem material distribuit cu menținere forțată, cu interacțiuni atractive și permanente între elemente și cu posibilitatea rotirii cvasilibere fie a elementelor de mediu, fie a grupurilor (clusters) de elemente.

Comentariul 1.1: Tot în [1] este menționat faptul că mai există o categorie de medii L numite L_R cu interacțiuni repulsive între elemente (de exemplu mediul electronilor liberi din conductorii) în care nu este posibilă apariția cavităților deoarece interacțiunea repulsivă nu permite existența tensiunii superficiale.

Există o prejudecată destul de răspândită printre fizicieni, mai ales printre cei cu preocupări filosofice, și anume, că fenomenele așa numite “cuantice” fiind la o scară cu mult inferioară pragului percepției directe a omului, nici raționamentele logicii umane obișnuite nu mai sunt valabile pentru respectivele fenomene. Acest mod de a privi lucrurile nu este deloc justificat deoarece:

1) Chiar dacă omul nu poate percepe direct fenomenele subatomice, aparatura modernă de cercetare devenită o prelungire a organelor noastre de simț poate furniza date experimentale din acest domeniu dimensional. Ce face fiecare cercetător cu aceste date și cum le interpretează este o altă problemă;

2) Nu există niciun motiv rațional să considerăm *ab initio* aceste fenomene ca ceva nemaîntâlnit și greu de explicat câtă vreme poate exista cel puțin o modalitate simplă și logică de a lămurii lucrurile;

3) Logica umană a funcționat vreme de mii de ani cu aceleași principii de bază, fiind una din principalele “unelte” de cunoaștere a realității înconjurătoare (evident cu condiția ca principiile logicii să fie corect aplicate), așa că este mult mai probabil ca un proces ce pare a nu se supune acestor principii să aibă mai degrabă un model (mental) greșit. Să nu uităm că modelele obiectelor și fenomenelor atomice sau subatomice utilizate astăzi sunt obiecte abstracte, de cele mai multe ori pur matematice construite de mintea cercetătorilor, dar modelele abstracte nu sunt întotdeauna realizabile material (nu corespund realității).

La granița dimensională dintre lumea macroscopică și cea microscopică există un fenomen fizic pe baza căruia se pot demonstra afirmațiile de mai sus. Informațiile dobândite în urma analizei acestui fenomen, a obiectelor și proceselor implicate în el, se pot utiliza chiar la elaborarea unui altfel de model posibil pentru structura particulelor cu câmp. Acest fenomen este *cavitația*.

Comentariul 1.2: Limita dintre lumea macroscopică și cea microscopică este dată (așa cum ne indică și etimologia celor două cuvinte) tocmai de limita domeniului de percepție vizuală directă a omului (de rezoluția acestuia și de mărimea câmpului vizual). Orice obiect mai mic decât această limită (care este de ordinul zecilor de μm) nu mai poate fi perceput decât cu instrumente ajutătoare (lupe, microscopie etc.) așadar este un obiect microscopic. Nici la extremitatea opusă, adică la obiectele foarte mari lucrurile nu stau altfel; și aici dacă obiectul depășește anumite dimensiuni și noi ne aflăm în imediata sa apropiere, el nu mai poate fi perceput direct. Este cazul Pământului, a cărui formă și dimensiuni au fost subiect de controversă timp de milenii, formă și dimensiuni determinate indirect de grecii antici (Eratostene, folosind

logica umană contestată de unii) și care au fost accesibile percepției directe doar la prima ieșire a omului în spațiul cosmic.

2 - Cavitația

Să vedem foarte succint în ce constă acest fenomen. S-a observat că anumite piese ce funcționau în medii lichide cu turbulență foarte ridicată (elice de nave, turbine hidraulice, ventile etc.) prezentau pe anumite porțiuni o uzură (erodare) accentuată a suprafeței, uzură ce odată declanșată se accelera până la distrugerea piesei. Analiza procesului a evidențiat că uzura era provocată de formarea în mediul lichid turbulent a unor cavități (de unde probabil și numele fenomenului) microscopice (bule) instabile, care după formare se mențineau un timp foarte scurt (de ordinul zecilor de μs), apoi implodau generând o undă acustică de șoc atât de intensă încât disloca materialul piesei cu formarea unui microcrater. Tot acest proces avea loc la interfața dintre mediul lichid și mediul solid din care era făcută piesa (suprafața de separație lichid-solid), bulele ce generau unda de șoc prin implozie trebuind să fie foarte aproape de această suprafață pentru ca intensitatea fluxului energetic al acestei unde să fie peste pragul energiei de coeziune a atomilor piesei.

Comentariul 2.1: Implozia unei bule de cavitație generează atât o undă de presiune cât și un salt enorm de temperatură a gazului din interior (în anumite cazuri apare o scintilație - sonoluminiscența - cu temperaturi de câteva mii de grade).

S-a mai constatat că același fenomen de cavitație poate fi provocat cu ajutorul unor fluxuri intense de unde sonore din domeniul ultraacustic (zeci de kHz, conform [2]) generate tot într-un mediu L_A , dar în acest caz cu efecte dorite și anume acela de a curăța nedistructiv suprafața unor piese în zone inaccesibile procedeele clasice de curățare, de anumite impurități depuse în timpul funcționării acestora (cum ar fi de exemplu orificiile filierelor). Și în acest caz principiul de funcționare este același: cavitățile generate prin fluxurile ultrasonore la suprafața de separație lichid-solid generează prin implozie unde de șoc ce dislocă de această dată nu materialul piesei ci impuritățile (tot solide) depuse pe suprafața acesteia. Procesul este mai complicat, dar pe noi ne interesează deocamdată doar apariția cavităților într-un mediu L_A și “comportamentul” acestor cavități pe durata lor de existență.

Analizând cele două cazuri de apariție a cavităților instabile (care implodează după un anumit interval de timp), să extragem componentele comune ale informației:

1) În ambele cazuri la originea apariției cavităților sunt niște fluxuri deschise (de deplasare¹ în cazul curgerii turbulente, de propagare în cazul undelor sonore), dar și cu componente rotaționale (evidente în cazul turbulenței);

2) Pe durata de existență (de viață) a cavității, în interiorul acesteia există un flux stocat provenit din fluxul deschis inițial, flux ce este închis în urma unui proces de închidere prin apariția unei suprafețe reale de separație (SRS) între cele două faze. În volumul delimitat de suprafața de separație lichid-gaz vom avea așadar un flux localizabil. Acest flux este format din elemente ale mediului L_A care au primit de la fluxul inițial un surplus de energie față de energia medie pe element specifică mediului L_A , surplus ce a determinat trecerea acestor elemente din faza L în faza G.

3) La expirarea duratei de viață a cavității fluxul stocat nemaivând resursele necesare menținerii acesteia, toate fluxurile stocate (atât în mediul G cât și în suprafața de separație) sunt transformate într-o undă de șoc acustică și o mulțime de fotoni termici (fluxuri deschise) ce se disipă în spațiul înconjurător.

Avem așadar un interesant șir de transformări calitative ale fluxurilor reprezentat în fig. 2.1:

¹ Reamintim că nu se poate face o distincție netă între cele două tipuri de fluxuri în cazul fluxurilor reale; fiecare flux de deplasare va conține și o componentă de propagare, așa cum fiecare flux de propagare conține și o componentă de deplasare. Când vorbim de un flux de deplasare înseamnă că respectiva componentă (de deplasare) este preponderentă așa cum este cea de propagare în cazul fluxurilor de propagare.

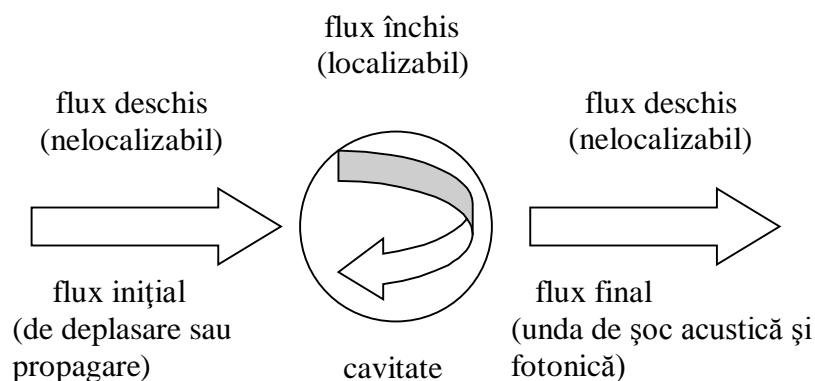


Fig. 2.1

În partea superioară sunt trecute denumirile claselor de fluxuri (conform nomenclurii specifice filosofiei obiectuale), iar în partea inferioară denumirile obiectelor sau proceselor reale corespondente. Nu putem să nu remarcăm din p.d.v. strict calitativ similitudinea acestui șir de transformări cu alt șir de transformări întâlnit la generarea de perechi de PE^2 cu sarcini opuse (de exemplu e^+, e^-), șir reprezentat în fig. 2.2.

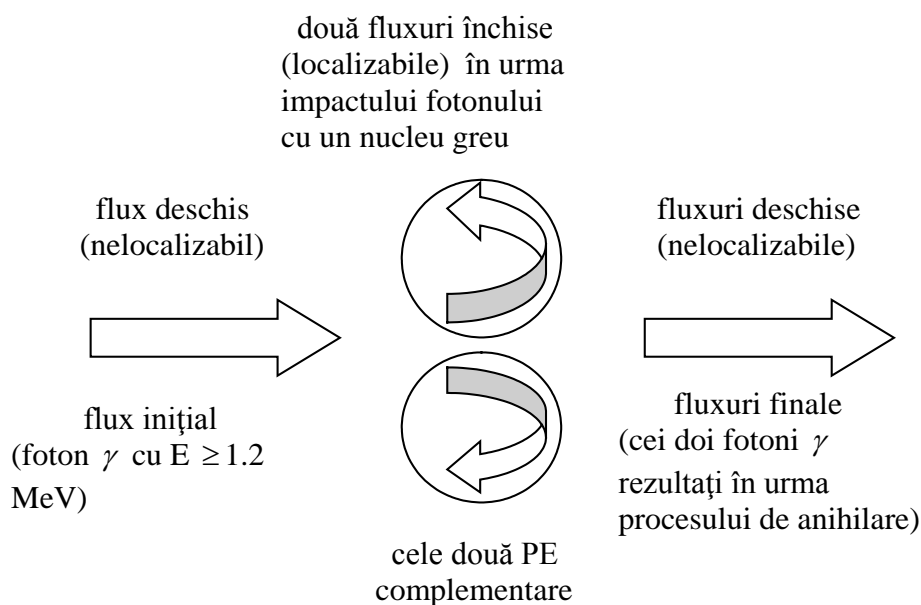


Fig. 2.2

Atenție! A nu se înțelege sub nicio formă în această fază a expunerii că filosofia obiectuală susține pentru PE modelul unor cavități sferoidale așa cum sunt bulele cavitaționale din lichide. Scopul acestui paragraf este acela de a prezenta cititorului faptul că în anumite condiții, în mediile L_A pot să apară cavități umplute cu un mediu de tip G, cavități ce se pot menține fie un timp limitat ca în cazul bulelor de cavitație, fie nelimitat, ca în cazul bulelor de gaz din apa minerală. Aceste cavități au niște proprietăți cu totul remarcabile, motiv pentru care le vom analiza mai în detaliu.

² PE este acronimul din [1] pentru particule cu sarcini electrice (electroni, protoni și antiparticulele lor).

3 - Analiza obiectuală a cavitațiilor în mediile L_A

Acest tip de analiză presupune aplicarea metodelor de bază ale filosofiei obiectuale, adică identificarea *obiectelor* și a *proceselor* implicate în respectivul fenomen. În cazul cavitațiilor din mediile L_A obiectul este tocmai cavitatea, iar proprietățile acesteia la un moment dat t (un PD^3 temporal) formează starea $S_0(t)$ a acesteia (stare definită față de o referință internă sau externă). Între proprietățile omoloage specifice mediului L_A exterior și a celui G interior (cum ar fi de exemplu densitatea masică sau energia cinetică pe element) există diferențe cantitative sesizabile (deci atribute de contrast), fapt ce duce la discernabilitatea obiectului *cavitate* de restul mediului L_A .

Cavitatea nou formată, după un interval temporal tranzitoriu de stabilizare în care dispar undele de suprafață, va avea o formă stabilă față de un SR intern. În cazul unui mediu lipsit de un gradient de presiune (situație ipotetică, dar pe care o vom lua în considerație pentru început), cavitatea va avea indiferent de dimensiunea sa o formă perfect sferică, deci referința internă T va fi centrul sferei și va avea o poziție invariantă față de o referință T externă⁴. În ipoteza unui mediu L_A care nu conține gaze dizolvate, cavitatea nu conține decât elemente ale acestui mediu (vapori de apă în cazul apei), dar care trebuie să aibă energii cinetice mai mari decât energia cinetică medie pe element a mediului L_A pentru a putea echilibra presiunea statică a lichidului cumulată cu cea datorată tensiunii superficiale (invers proporțională cu raza de curbură a cavitației). Această diferență de energie dintre cele două medii este furnizată tocmai de fluxul energetic inițial, cel ce parțial sau total va fi stocat în interior. În termeni specifici filosofiei obiectuale vom spune că pe durata de viață a cavitației densitatea de flux stocastic din mediul G interior trebuie să fie egală cu densitatea de flux (tot stocastic) a mediului L_A exterior⁵. Dar așa cum spuneam mai sus, densitatea de elemente din mediul G fiind mult mai mică decât cea din mediul L_A , energiile elementelor din mediul G trebuie să fie corespunzător mai mari.

După cum am văzut în cap. 7 din [1], zona spațială de trecere de la o densitate de flux la alta, de la o distribuție a proprietăților la altă distribuție este o SRS, în cazul cavitațiilor chiar suprafața de separație dintre mediul L_A exterior și mediul G interior (vezi fig. 3.1).

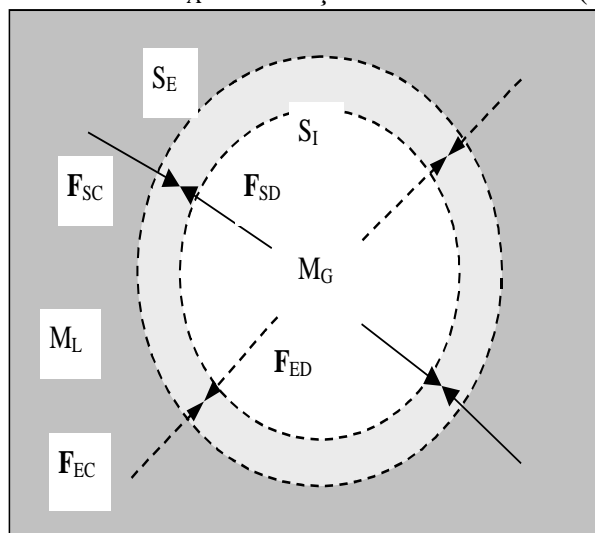


Fig. 3.1

³ Acronimele din acest material sunt cele din [1]. PD înseamnă punct domeniu (domeniu punctual).

⁴ Presupunem că fluxul cinetic intern are o componentă coerentă nulă față de referința externă, caz în care cavitatea este imobilă față de această referință.

⁵ În termeni uzuali, o expresie echivalentă ar fi: presiunea exercitată de mediul G pe suprafața de separație a lichidului trebuie să fie egală cu presiunea exercitată de lichid asupra gazului.

Pentru cavitățile stabilizate din mediile L_A (adică fără unde de suprafață), această SRS are grosimi de ordinul câtorva diametre moleculare (cuprinsă între cele două suprafețe virtuale S_E și S_I pe fig. 3.1), interval în care se trece de la densitatea de elemente a mediului L la cea a mediului G . Una din proprietățile esențiale și specifice ale SRS este aceea de a conține *suprafețe de echilibru* (despre care am discutat în cap. 7 din [1]). În cazul cavităților stabile din mediile L_A , SRS conține suprafețele de echilibru dintre următoarele fluxuri opuse:

- *Fluxul de deplasare divergent* al moleculelor mediului G care recondensează în faza lichidă părăsind mediul G și *fluxul de deplasare convergent* al elementelor mediului L_A care evadează din faza lichidă și trec în mediul G . Pe fig. 3.1 aceste fluxuri sunt F_{SC} (fluxul structural-convergent de intrare) și F_{SD} (fluxul structural-divergent de ieșire). Conform clasificării fluxurilor fundamentale din structura SM, aceste fluxuri sunt fluxuri structurale, ale căror elemente contribuie la structura spațială a sistemului.

- *Componenta normală a variației fluxului cinetic al elementelor mediului G* la impactul cu elementele mediului L_A (care generează presiunea mediului G asupra celui L_A) și *componenta normală a variației fluxului cinetic al elementelor mediului L_A* la impactul cu elementele mediului G (care generează presiunea mediului L_A asupra celui G). Pe fig. 3.1 aceste fluxuri sunt F_{EC} (pentru fluxul energetic-convergent) și F_{ED} (pentru fluxul energetic-divergent). Aceste fluxuri fac parte din clasa fluxurilor energetice.

Ambele tipuri de fluxuri trebuie înțelese ca fluxuri cu distribuții superficiale uniforme (în cazul cavităților în repaos), dar care pentru simplitatea figurii au fost reduse ca reprezentare în fig. 3.1 doar la câte două săgeți (continue pentru fluxurile structurale și punctate pentru fluxurile energetice).

Așa cum am văzut în cap 7 din [1], suprafața de echilibru este inclusă într-o SRS, și împreună cu aceasta, configurația sa spațială (formă, poziție etc.) se schimbă (se autostabilește) în funcție de distribuția spațio-temporală a densității de flux a fluxurilor aflate în interacțiune. În cazul cavităților din mediile L_A acest fapt face ca distribuția spațio-temporală a densității de flux a fluxurilor interactive să determine forma acestei suprafețe (fluxul exterior îl putem considera izotrop în mediile L_A lipsite de un gradient intern de presiune). Din acest motiv, în cazul unui flux intern stocastic, lipsit de un gradient de presiune (izotrop prin definiție) și fără componentă comună coerentă (imobil), forma suprafeței unei cavități la echilibru va fi sferică și imobilă.

Comentariul 3.1: Un cititor cu spirit de observație și care a citit (și înțeles) cap. 7 din [1], în care este descris modelul general propus de filosofia obiectuală pentru sistemele materiale, nu poate să nu observe similitudinea dintre acest model și structura de fluxuri pe care tocmai am constatat-o la cavitățile din mediile L_A . Se remarcă la aceste obiecte o reuniune de fluxuri Ψ_i (de intrare), o reuniune de fluxuri Ψ_e

(de ieșire) și o reuniune de fluxuri stocate Φ închise în SRS a cavității, SRS formată din zona de tranziție de la faza L la faza G . Da stimate cititor, cavitățile din mediile L_A au toate atributele caracteristice ale unui *sistem material*, adică triada de fluxuri și suprafața reală de separație, suprafață ce are proprietatea de a reflecta fluxul fonic incident, iar acest flux reflectat noi îl putem vedea și astfel să constatăm existența (materialitatea) cavității (așa cum am discutat în cap. 8 din [1]). Aceste obiecte apar (sunt generate) în urma stocării unor fluxuri deschise inițiale și dispar (sunt anihilate) transformându-se tot în fluxuri deschise ce se dispă în mediul generator. Și parcă pentru a nu fi de ajuns, aceleași obiecte mai au și proprietatea de a se deplasa (și deforma) sub acțiunea unui câmp, adică a unui gradient de presiune în mediul L_A , așa cum vom vedea în continuare.

4 - Cavități în mediile L_A cu gradient de presiune

Am văzut în cap. 7 din [1] că presiunea este o densitate de volum a energiei potențiale stocate într-un mediu, dar și o densitate superficială a unui flux energetic printr-o SRS (a unei forțe). De aici putem trage concluzia că dacă un SM se află "imersat" într-un mediu cu gradient de presiune, pe suprafața reală de separație a SM densitatea superficială a fluxului energetic extern va avea o distribuție neuniformă, adică integrala pe SRS a acestei densități va fi nenulă, fapt ce duce la apariția unei forțe cu direcția inversă gradientului de presiune, arhicunoscuta forță arhimedică.

Gradientul unui câmp scalar de presiune $p(\vec{r})$ este un vector $\vec{V}(\vec{r})$ dat de relația generală:

$$\vec{V}(\vec{r}) = \text{grad } p(\vec{r}) = \frac{\partial p}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial p}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial p}{\partial z} \vec{k} \quad (4.1)$$

Într-un caz simplificat, cel al unei porțiuni de mici dimensiuni⁶ din oceanul planetar, dacă versorul \vec{k} este colinear cu verticala locului (direcția opusă forței de gravitație), gradientul de presiune nu mai depinde de variabilele x și y ci numai de z , adâncimea față de suprafața liberă a apei, situație ilustrată în fig. 4.1. În acest caz, relația 4.1 se simplifică:

$$\vec{V}(z) = \text{grad } p(z) = -\frac{\partial p}{\partial z} \vec{k} \quad (4.2)$$

În aceste condiții, între două plane izobare $p(z) = p$ și $p(z + \Delta z) = p + \Delta p$ aflate la distanța Δz , a căror intersecție cu planul figurii 4.1 sunt cele două linii orizontale punctate, va fi o diferență de presiune:

$$\Delta p = \frac{\partial p}{\partial z} \Delta z \quad (4.3)$$

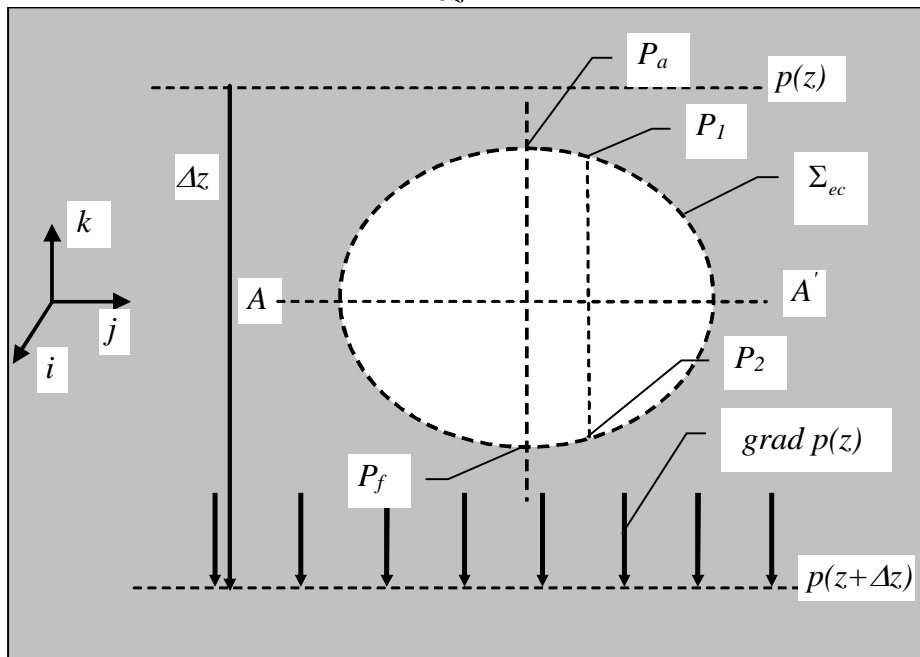


Fig. 4.1

Față de sistemul de referință R extern (extern cavității), reprezentat de direcțiile versurilor $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$, din care cuplul \vec{i}, \vec{j} este inclus într-un plan orizontal (izobar), iar \vec{k} are direcția verticalei locului, sistemul de referință R intern al cavității are următoarele elemente:

- Planul ecuatorial al cavității, un plan orizontal a cărui intersecție cu suprafața cavității definește ecuatorul acesteia, ecuator a cărui proiecție pe planul fig. 4.1 este dreapta AA' . Planul ecuatorial împarte suprafața cavității în două calote: superioară (numită în această lucrare *calota de atac*) și inferioară (numită *calota de fugă*)⁷.

- Axa polilor $P_a P_f$, o dreaptă verticală ce trece prin centrul cavității (acest centru fiind referința T internă a acesteia), axă ce intersectează suprafața celor două calote în două puncte importante: P_a – polul de atac și P_f – polul de fugă;

⁶ Astfel încât o suprafață izobară să poată fi considerată plană

⁷ Denumirile au fost adoptate cele din dinamica fluidelor, fiind consacrate pentru suprafețele corpurilor ce se mișcă prin mediile fluide (de exemplu aripile avioanelor) ca *bord de atac* și *bord de fugă*.

Pe fig. 4.1, pentru simplitatea figurii, nu s-au mai reprezentat cele două suprafețe teoretice ce delimitează volumul de tranziție al SRS cavitare, ci doar suprafața de echilibru Σ_{ec} dintre fluxurile aflate în opoziție care au fost descrise în par. 3.

Comentariul 4.1: Așa cum menționam anterior, fiecare tip de cuplu de fluxuri interactive își are propria suprafață de echilibru, există așadar atâtea suprafețe de echilibru câte tipuri de fluxuri se află în opoziție la un anumit sistem material. În cazul cavitațiilor din mediile L_A , am văzut mai înainte că avem două tipuri de fluxuri interactive: fluxurile structurale și fluxurile energetice. Ca urmare vom avea două suprafețe de echilibru distincte, dar ambele incluse în SRS a cavitații. Cum grosimea acestei SRS în cazul de față este foarte redusă (câteva diametre moleculare), putem considera că ambele suprafețe de echilibru se suprapun într-una singură, Σ_{ec} .

Să analizăm acum în condițiile existenței gradientului de presiune, care este situația fluxurilor pe suprafața cavitații. Dacă în orice punct al calotei de fugă (calota inferioară pe fig. 4.1) presiunea este mai mare decât în punctele imagine⁸ ale calotei de atac, acest fapt se traduce în termenii filosofiei obiectuale prin aceea că densitatea FE pe calota de fugă este mai mare decât densitatea FE pe calota de atac. Avem deci o stare de dezechilibru dintre fluxurile energetice, dezechilibru care determină deplasarea suprafeței Σ_{ec} , și odată cu ea, a SRS ce o include. Sensul deplasării este cel firesc, cel al fluxului cu resurse mai mari, în cazul nostru al FE de pe calota de fugă, sensul invers al gradientului de presiune (vezi fig. 4.1). Dar orice deplasare a suprafeței de echilibru, înseamnă lucru mecanic, transfer de energie de la fluxul agent la sistemul acționat. În cazul nostru, fluxul agent este FE cu resurse mai mari, adică FE distribuit pe calota de fugă, iar sistemul acționat este întreaga cavitate (mai ales mediul său G interior) considerată ca un sistem material (SM). Așa cum am văzut tot în cap. 7 din [1], acțiunea unui flux asupra unui SM are două faze succesive: *acțiunea internă* (efectul cumulării trafluxului exterior cu fluxul stocat preexistent) și *acțiunea externă* (schimbarea stării externe a SM, schimbare dată de componenta comună a fluxului intern rezultat din acțiunea internă).

Dacă fluxul intern îl considerăm cel stocastic din etapa anterioară fără gradient de presiune, adică uniform și izotrop, în urma compunerii cu trafluxul agent de pe calota de fugă va rezulta un flux coerent/stocastic, adică un flux stocastic cu o componentă coerentă, cu direcția fluxului agent. Componenta coerentă a fluxului intern din cavitate este un flux molecular cu direcția ascendentă (direcția fluxului agent), cu viteza proporțională cu diferența de presiune dintre punctele imagine ale celor două calote (viteza este maximă pe axa polilor și nulă pe ecuatorul calotei).

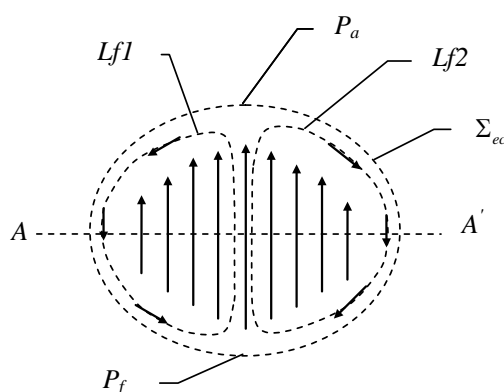


Fig. 4.2

⁸ Două puncte imagine se află la intersecția unei verticale cu cele două calote, de exemplu (P_1, P_2) sau (P_a, P_f) .

În fig. 4.2 este reprezentată o secțiune prin interiorul cavității ce include axa polilor, cu distribuția vitezelor componente coerente a fluxului intern (săgețile verticale), și două linii de flux $Lf1$ și $Lf2$, pentru a ilustra fluxul intern rezultat în urma existenței unui gradient de presiune în exteriorul cavității. Acțiunea internă a fluxului energetic agent extern o reprezintă tocmai apariția componente coerente a fluxului stocastic intern. Urmarea acestei acțiuni interne este acțiunea externă - deplasarea suprafeței de echilibru și odată cu aceasta a întregii cavități în direcția opusă gradientului de presiune. Față de referința internă R a cavității (axa polară $P_a P_f$ și planul ecuatorial), în urma apariției fluxului coerent intern, pe cele două calote vom avea două tipuri de fluxuri ale elementelor mediului L_A exterior, fluxuri reprezentate în fig. 4.3.

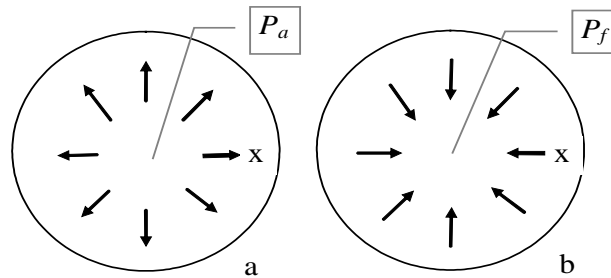


Fig. 4.3

În fig. 4.3.a este reprezentat fluxul aparent de elemente ale mediului L_A din calota de atac, unde P_a este polul de atac, iar în fig. 4.3.b fluxul aparent al elementelor mediului L_A din calota de fugă, unde P_f este polul de fugă.

Comentariul 4.2: Reamintim cititorului câteva din noțiunile introduse în Anexa X.7 din [1], și anume, cele de *flux absolut* și *flux relativ*. Am văzut acolo că mișcarea unui SM față de un SR extern (considerat ca un SR absolut) reprezintă un flux absolut, în timp ce mișcările sistemelor externe evaluate față de SR intern al SM (chiar dacă aceste sisteme sunt imobile față de SR absolut), reprezintă fluxuri relative (aparente) pentru SM respectiv. În cazul cavităților din mediile L_A cu gradient de presiune, față de SR intern al cavității, fluxurile elementelor mediului L_A din fig. 4.3 de pe ambele calote sunt fluxuri relative, aparente, mediul L_A fiind considerat imobil.

Observăm că în mișcarea sa prin mediul L_A , cavitatea dislocuiește (își face loc prin) mediul L_A , astfel încât polul de atac P_a poate fi considerat ca o sursă de noi elemente ale mediului ce vor intra în structura SRS a cavității (a calotei de atac), în timp ce polul de fugă P_f este un puț (o sursă negativă), prin care elementele din structura SRS a cavității (a calotei de fugă) vor fi reînglobate în mediul L_A considerat imobil față de un SR extern cavității.

Evident, așa cum menționam anterior, fluxurile relative din fig. 4.3 sunt evaluate față de SR intern al cavității. Față de un SR extern cavității, mișcările elementelor mediului L_A sunt cu totul altele, fiind implicate doar acele elemente ce intră în componența (structura) SRS cavitare, restul elementelor de mediu fiind imobile (în cazul unui mediu imobil față de SR extern).

În fig. 4.4 este reprezentată evoluția vectorului de poziție⁹ al unui element de mediu L_A aflat inițial pe direcția axei (P_a, P_f) a unei cavități în mișcare ascensională, în care axa orizontală reprezintă poziția în plan orizontal a elementului, iar axa verticală colineară cu axa (P_a, P_f) din fig. 4.2 și cu verticala locului reprezintă timpul. Elementul de mediu (molecula în cazul apei) aflat pe direcția axei (P_a, P_f) va avea o traiectorie dealungul unui meridian cavitatar (intersecția unui plan ce include axa (P_a, P_f) cu suprafața cavității), în cazul din fig. 4.4, chiar meridianul din planul figurii 4.2 dreapta, cu direcția marcată cu X în fig. 4.2. Observăm că

⁹ O traiectorie, sau conform filosofiei obiectuale, o distribuție Lagrange.

odată ce polul de atac P_a al cavității ajunge în punctul unde se află elementul de observat, la momentul t_a , elementul respectiv intră în structura SRS cavitare și începe să se deplaseze în plan orizontal, deplasare ce atinge un maxim la momentul t_m când elementul traversează ecuatorul cavitare, apoi se va apropia de poziția inițială, până la momentul t_f , când el va ieși din structura SRS fiind înglobat din nou în mediul imobil. De remarcat că în intervalul (t_a, t_f) , interval în care elementul de mediu L_A face parte din structura SRS cavitare, acesta poate evada din mediul L trecând în mediul G interior.

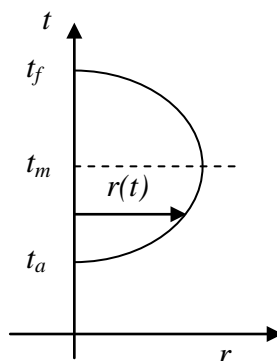


Fig. 4.4

Toată descrierea amănunțită a proceselor implicate în mișcarea unei cavități dintr-un mediu L_A făcută până acum are un scop precis, și anume, să atragă atenția cititorului asupra a două aspecte importante:

1. Singura parte a sistemului material *cavitate în mediul L_A* care se mișcă (deplasează) sub influența gradientului de presiune (în direcția opusă gradientului) este mediul G interior;

2. Mediul L_A în care are loc această mișcare este imobil, cu excepția elementelor aflate pe direcția de mișcare a cavității, care vor intra temporar în structura SRS cavitare și vor avea deplasări egale cu raza cavității, cu direcții normale pe direcția de mișcare a acesteia.

Dar stimat cititor, un proces de variație locală a stării elementelor unui mediu care se transmite din aproape în aproape, am văzut în cap. 6 din [1] că se numește *propagare*.

5 - Propagarea cavitare

Așa cum am văzut pe parcursul acestei lucrări, o cavitate într-un mediu L_A apare ca urmare a două tipuri de procese generatoare:

- O variație de stare locală a energiei pe element de mediu¹⁰, variație care duce la o schimbare de fază (tot locală) a mediului, din faza L, în faza G;
- Un flux de elemente ale unui mediu G, fie introdus (insuflat, injectat) la o anumită poziție în mediul L, fie colectat local din gazele dizolvate în mediul respectiv.

Sub influența unui gradient de presiune (o distribuție neuniformă a fluxului energetic stocastic baric) din mediul L_A , această cavitate se deplasează în direcția opusă gradientului.

Comentariul 5.1: Trebuie subliniat că atât o cavitate, cât și un corp solid (o bulă de plastic) cu aceleași dimensiuni, vor fi acționate (împinse) de forța arhimedică datorată gradientului de presiune, dar pe când SRS a corpului solid este formată din mereu aceleași elemente (molecule de polimer), elementele SRS cavitare vor fi mereu altele, așa cum am văzut în paragraful anterior.

În cap. 6 din [1] când vorbeam de propagare ne refeream mai ales la undele ce se propagă prin diverse medii, cu viteze proporționale cu intensitatea și frecvența interacțiunilor dintre elementele mediului, obiectul procesual ce se propaga fiind *frontul de undă*. Acest obiect este

¹⁰ În acest caz discutăm de cavitățile (bulele) ce conțin exclusiv elemente ale mediului L (vapori), produse în procesul de cavitație, nu de cavitățile ce conțin gaze dizolvate sau insuflate.

o distribuție spațio-temporală Euler a variației intensității interacțiunii dintre elementele mediului, variație ce se transmite din element în element.

Comentariul 5.2: Demn de remarcat este faptul că variațiile transmise prin mediu în cazul undelor au asemenea valori încât ele se mențin reversibile, fiind mult sub valoarea care ar duce la schimbarea tipului de mediu în frontul de undă. Nu aceeași situație o întâlnim în cazul bulelor de cavitație, caz în care sursa de perturbare locală a stării mediului este un vortex liber¹¹, produs de o distribuție radial-neuniformă a vitezei elementelor de fluid. Într-un astfel de vortex, dacă viteza elementelor centrale ale vârtejului este suficient de mare, presiunea statică scade atât de mult încât în zona centrală are loc o schimbare de fază a mediului din faza L în faza G, cu apariția unei suprafețe de separație la interfața dintre cele două medii (vezi și fig. 6.2). Această suprafață reală de separație (SRS), de formă elipsoidală inițial (în cazul cavității), se va schimba datorită tensiunii superficiale, după câteva oscilații, într-o suprafață sferoidală. În funcție de densitatea distribuției energetice a fluxurilor stocastice din mediul L_A (fluxul baric și cel termic), durata de viață a cavității astfel formate va fi proporțională cu această densitate.

Indiferent de tipul de proces generator, cavitatea formată în mediul L_A are o SRS, obiect pe care l-am analizat în detaliu în par. 3 al prezentei lucrări. Ținând cont și de definiția SRS din cap. 7 al [1], ca zonă de tranzit de la parametrii mediului G interior la parametrii mediului L exterior, rezultă că și SRS cavitată este o variație de stare a mediului L, dar cu schimbare de fază a acestuia. Sub influența unei distribuții neuniforme a densității fluxului energetic din mediu, o astfel de perturbare de stare se va propaga cu viteză proporțională cu mărimea neuniformității (gradientului) densității de flux. Acest tip particular de propagare, posibil exclusiv în mediile L_A , îl numim *propagare cavitată*. Dacă analizăm cele două tipuri de propagare pe care le-am identificat ca posibile în mediile L_A , vom observa următoarele:

1. Propagarea undelor (singurele unde posibile în mediile L_A fiind cele de compresiune, longitudinale) se face cu o viteză specifică unui anumit tip de mediu, proporțională cu frecvența și intensitatea interacțiunilor bilaterale dintre elemente. Frontul de undă (obiectul ce se propagă) nu poate fi localizat fiind în continuă mișcare. Acesta este aspectul ondulatoriu al fenomenului de propagare în mediile L_A .

2. Propagarea cavitată (posibilă doar în mediile L_A ¹²) are loc sub influența unui gradient de presiune, cu viteză proporțională cu acest gradient și invers proporțională cu viscozitatea mediului. Într-un mediu fără gradient de presiune cavitatea poate fi localizată (vector de poziție invariant) față de un sistem de referință (SR) extern. Tot față de același SR, în cazul existenței unui gradient de presiune, se poate defini o distribuție Lagrange (o traiectorie) pentru cavitatea aflată în mișcare. Acesta este aspectul corpuscular al fenomenului de propagare în mediile L_A .

6 – Tipuri de fluxuri închise în cavitățile din mediile L_A .

Am văzut până aici că într-o cavitate aflată într-un mediu fără gradient de presiune, fluxul mediului G interior este un flux pur stochastic, așadar fără componentă comună și aflat în repaos global față de o referință externă cavității. Am mai văzut de asemenea că într-un mediu L_A cu gradient de presiune apare în mediul G interior cavității o componentă coerentă cu direcția inversă gradientului de presiune, componentă ce determină deplasarea cavității pe direcția respectivă cu viteză direct proporțională cu modulul gradientului și invers proporțională cu viscozitatea mediului. Un exemplu obișnuit de asemenea cavități sunt cele de insuflare, la care mediul gazos (aerul) din interiorul cavității este produs (de exemplu) de expirația unui scafandru (vezi fig. 6.1).

¹¹ Un vortex liber este produs de un flux cu mișcare circulară, cu viteză inițială, dar fără întreținere ulterioară, astfel el menținându-se doar până la disiparea energiei stocate inițial, datorită vâscozității fluidului.

¹² Când am discutat în cap. 6 din [1] despre menținerea mediilor, am văzut că mediile L_A sunt medii cu menținere forțată, pentru menținerea lor fiind nevoie de o barieră energetică ce obligă elementele mediului să rămână în contact permanent. De obicei această barieră este presiunea statică, iar dacă această presiune scade sub un anumit prag, are loc o schimbare de fază a mediului, cu apariția unei cavități.



Fig. 6.1

În acest caz dimensiunea unei cavități (bule) atinge 10-15 cm, calota de atac este sferică, iar calota de fugă tinde spre o izobară (o suprafață plană). Fluxul intern al amestecului aer+vapori de apă este cel descris în par. 4, flux coerent cu direcția inversă gradientului de presiune și flux stochastic datorat presiunii externe hidrostatice și tensiunii superficiale a apei.

Când am discutat despre fenomenul numit cavitație, am văzut că generarea cavităților are la bază un flux deschis al mediului L_A , flux fie de deplasare, fie de propagare, ce se transformă la un moment dat într-un vortex liber, adică se închide local. În funcție de intensitatea fluxului generator, în centrul unui asemenea vortex viteza mediului L_A poate atinge asemenea valori încât presiunea statică scade sub valoarea de menținere a stării lichide, având loc o tranziție de fază din starea L în starea G . Ca urmare, în centrul vortexului apare o cavitate ce conține elemente ale mediului L_A aflate în stare gazoasă.

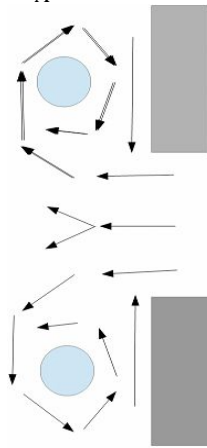


Fig. 6.2

Comentariul 6.1: În fig. 6.2 este schițat modul de apariție a unui vortex toroidal în urma unui flux intens, dar de scurtă durată printr-un orificiu al unui perete. Totul se datorează echilibrului de presiune din mediul fluid. În zona jetului (reprezentat de săgețile orizontale) presiunea statică scade, fapt ce duce la apariția unui curent concentric spre orificiu, curent ce se închide cu formarea unui vortex. În acest vortex distribuția vitezei fluidului este neuniformă, crescând spre centrul acestuia. Creșterea vitezei fluidului înseamnă scăderea presiunii statice până la limita de menținere a stării L , sub care are loc tranziția de fază $L \rightarrow G$ în zona circulară colorată. În această zonă fluxul vortex se menține în mediul G interior, flux circular închis¹³ a cărei componentă normală pe SRS a cavității va contrabalansa presiunea hidrostatică a mediului L_A și pe cea datorată tensiunii superficiale.

Un exemplu de asemenea cavități generate de om¹⁴ în fig. 6.3.a, în care două din cele trei cavități la un moment dat se ating și se concatenează¹⁵ (fig. 6.3.b).

¹³ Fără componentă axială. Este vorba de axa cilindrului toroidal.

¹⁴ Dar frecvent observate și cele produse în joacă de delfini.

¹⁵ Proces despre care vom mai discuta în cadrul modelului de foton propus de filosofia obiectuală.



a

Fig. 6.3

b

Înafara cavităților sferoidale sau toroidale descrise până aici mai apar cavități similare ca structură internă cu cele toroidale, dar de această dată longitudinale (cu componentă axială), ce apar de exemplu la vârful palelor elicelor de nave, loc în care se dezvoltă vortexuri, iar un vortex am văzut că poate duce la tranziția de fază a mediului. De această dată fluxul mediului G interior are o componentă atât rotațională (datorată vortexului), cât și una longitudinală (axială) datorată deplasării elicei față de mediu.

7 - Concluzii

1. În anumite împrejurări întrun mediu L_A (de exemplu apa) pot să apară cavități umplute cu un mediu G , mediu format fie din aceleași elemente ca și mediul L (vapori de apă), fie din gaze insuflate sau dizolvate;
2. Procesul de generare a unor cavități produse întrun lichid prin tranziție de fază în centrul unui vortex liber sau forțat se numește cavitație;
3. Mediul G conținut de cavitatea din lichid se deplasează sub acțiunea unui gradient de presiune în direcția inversă gradientului, prin propagare cavitară, chiar dacă mediul L este imobil;