

Contractor: INCDIE ICPE-CA

Cod fiscal: 13827850 (anexa la procesul verbal de avizare interna nr.)

De acord,
DIRECTOR GENERAL
Dr. ing. Sergiu Nicolaie

Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
Dr. Ing. Georgeta Alecu

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: PN 18240202

Proiectul: Sisteme de actionare, analiza si control pentru cresterea eficientei energetice a echipamentelor si instalatiilor industriale utilizate in inginerie electrica, mecatronica si fluidica

Faza: 4. *Realizarea instalației experimentale pentru studiul amestecurilor bifazice, adaptată pentru măsurători cu tehnica PIV*

Termen: 15.09.2018.

1. Obiectivul proiectului:

Caracterizarea curgerilor bifazice prin tehnica PIV în vederea optimizării proiectării, realizării și funcționării echipamentelor hidraulice

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

Realizarea unor **instalații pentru caracterizarea curgerilor bifazice prin tehnica PIV**, în vederea optimizării proiectării, realizării și funcționării echipamentelor hidraulice.

3. Obiectivul fazei:

Realizarea instalației experimentale pentru studiul amestecurilor bifazice, adaptată pentru măsurători cu tehnica PIV

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

Instalație experimentală destinată studiului curgerii bifazice.

5. Rezumatul fazei: (maxim 5 pagini)

1. Introducere

Obiectivul prezentei etape de cercetare a constat în realizarea unei instalații experimentale pentru studiul curgerilor bifazice, adaptată pentru măsurători cu tehnica PIV.

Concepția instalației a ținut cont de aspectele specifice desfășurării activităților experimentale de laborator. Astfel, pentru vizualizarea fenomenelor hidrodinamice din interiorul rezervoarelor, acestea sunt realizate din plexiglas transparent. De asemenea, pentru a putea reproduce cât mai multe tipuri de curgeri, instalația permite modificarea anumitor cote de montaj (cota de montaj a rotorului), sau de funcționare (înălțimea și diametrul coloanei de lichid, turația rotorului), precum și modificarea tipului de rotor.

2. Realizare instalație experimentală

Conform documentației de execuție elaborate în faza anterioară a proiectului instalația experimentală destinată studiului amestecurilor bifazice este formată din următoarele componente:

2.1. Subansamblu rezervor cilindric V1 (fig. 1) este compus din

- corp cilindric de diametru ϕ 300mm și înălțimea $H = 500$ mm, grosimea peretelui 5mm
- capac inferior de formă pătrată cu latura de 360mm, realizat din placă plexiglas #10mm, prevăzut cu robinet de golire de $\frac{3}{4}$ țoli; corpul cilindric și capacul inferior sunt asamblate prin lipire;
- capac superior, de formă pătrată cu latura de 360mm # 10mm – realizat din placă plexiglas; în capac au fost realizate 2 găuri de diametru ϕ 6,6mm în vederea fixării acestuia prin intermediul pieselor de fixare cu șuruburi M6x30 și 4 găuri de diametru ϕ 6,6mm pentru fixarea subansamblului suport motor
- piese de fixare capac rezervor – realizate din placă plexiglas # 10mm



Fig. 1.a. Rezervor cilindric ϕ 300mm



Fig. 1.b. Subansamblul rezervor cilindric V1

2.2. Subansamblu rezervor cilindric V2 (fig. 2) este format din:

- corp cilindric de diametru ϕ 650mm și înălțimea $H = 390$ mm, grosimea peretelui 8mm
- capac inferior de formă pătrată cu latura de 700mm, realizat din placă plexiglas # 10mm, prevăzut cu robinet de golire de $\frac{3}{4}$ țoli

- nervuri de ranforsare – realizate din placă plexiglas # 10mm; corpul cilindric și capacul inferior sunt asamblate prin lipire.
 - capac superior, de formă pătrată cu latura de 700mm – realizat din placă plexiglas # 10mm; în capac au fost realizate 4 găuri de diametru ϕ 6,6mm în vederea fixării acestuia prin intermediul pieselor de fixare cu șuruburi M6x30 și 4 găuri de diametru ϕ 6,6mm pentru fixarea subansamblului suport motor
 - piese de fixare capac rezervor – realizate din placă plexiglas # 10mm
- Capacul superior este fixat pe corpul cilindric prin intermediul pieselor de fixare cu șuruburi M6x30.



Fig. 2.a. Rezervor cilindric Ø650mm

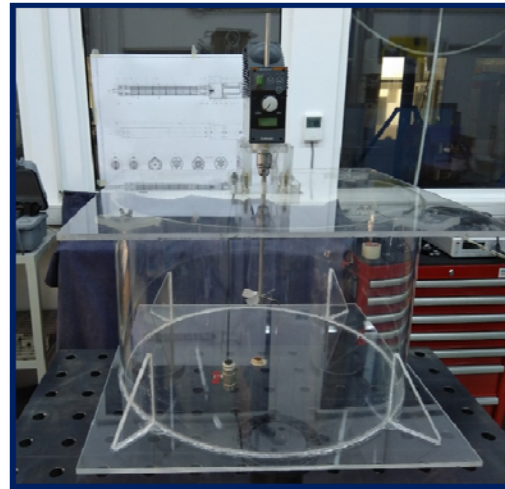


Fig. 1.b. Subansamblul rezervor cilindric V2

2.3. Subansamblu suport motor (fig. 3), format din următoarele componente:

- placă superioară 170x90x20 mm – realizată din placă plexiglas # 20mm; în vederea fixării motorului placa a fost frezată pe adâncime de 130x90x10 mm; de asemenea, pentru fixarea motorului au fost realizate 4 găuri de diametru ϕ 6,6mm, precum și o gaură de diametru ϕ 45mm pentru trecerea arborele motorului

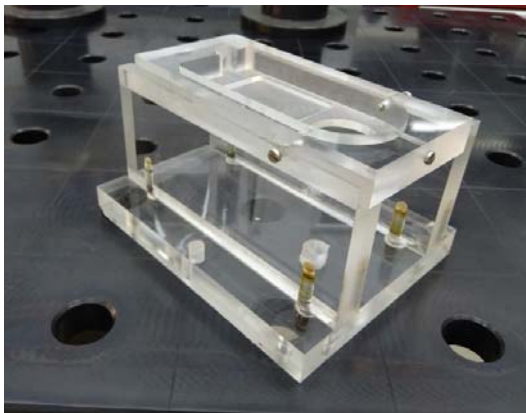


Fig. 3.a. Suport motor



Fig. 3.b. Subansamblul motor

- plăci laterale 170x80x20 mm 2 buc. – realizată din placă plexiglas # 20mm; pentru fixarea motorului au fost realizate 4 găuri de diametru ϕ 6,6mm; în vederea fixării cu placa superioară plăcile laterale au fost frezate pe adâncime de 15x10 mm, după care au fost asamblate prin lipire
- placă inferioară 170x130x20 mm – realizată din placă plexiglas # 20mm; în vederea fixării cu plăcile laterale în placa inferioară au fost frezate 2 canale pe adâncime de 20x3 mm, după care plăcile au fost asamblate prin lipire; pentru trecerea arborelui motorului în placa inferioară a fost realizată o gaură de diametru ϕ 20mm;

Subansamblul suport se montează pe capacul rezervorului prin intermediul a 4 șuruburi M6x20.

2.4. Subansamblu bazin (fig. 4)

Materialul folosit pentru construcție bazinului este Plexiglas® OA000 XT cu grosimea de 15 mm. Acesta are un indice de refracție de 1,49 apropiat de indicele de refracție al apei de 1,33, pentru o lungime de unda de 527 nm. Transmitanța (indicele de transmisibilitate) materialului este de 92%. Materialul este astfel ales încât distorsiunea optică să fie minoră și să poate fi corectată în postprocesare, bazată pe calibrarea imaginii cu mira.

Bazinul este compus din:

- placă 940x940x15 – realizată din placă plexiglas # 15mm
- placă 940x650x15 – 2 buc. – realizate din placă plexiglas # 15mm
- placă 898x650x15 – 2 buc. – realizate din placă plexiglas # 15mm

În vederea asigurării rigidității și etanșeității plăcile componente au fost frezate pe adâncime de 4x15,3 mm și apoi asamblate prin lipire.



Fig. 4. Bazin rectangular pentru corecția imaginilor înregistrate cu PIV

3. Realizarea mirei de calibrare

Sistemul Particle Image Velocimetry (PIV) permite măsurarea neintruzivă a câmpurilor de viteze instantanee și a liniilor de curent în curgeri mono și bifazice, turbulente și laminare, utilizând mijloace optice. Viteza este măsurată prin înregistrarea cu ajutorul unei camere foto a deplasării unor particulelor trasoare adăugate în fluidul studiat.

Calibrarea imaginii se face cu ajutorul unei *mire*, pentru a defini funcția de transfer între cadrul camerei foto și sistemul de referință al planului de măsură. Atât planul laser cât și camera sunt focalizate în planul mirei, care va deveni planul de măsură ulterior. Acesta

este situat în axa de simetrie a rezervorului de amestecare. Procedura de calibrare este descrisă în faza 1 a proiectului și ține cont de unghiul obiectivului camerei (39°).

Mira de calibrare a zonei de măsură a fost dimensionată ținând cont de dimensiunea și geometria rezervorului de amestecare V1 (cilindric cu ϕ 290 mm, h = 500 mm).

Distanța d dintre punctele de reper ale mirei trebuie să respecte [1] condițiile (1) și (2):

$$\sqrt{\frac{A}{N_{\max}}} \leq d \leq \sqrt{\frac{A}{N_{\min}}} \quad (1)$$

unde A este aria zonei de măsură, $N_{\min} = 100$ reprezintă numărul minim de puncte de reper recomandate [1], iar $N_{\max} = 1600$ reprezintă numărul maxim de puncte de reper de pe miră care pot fi distinse clar pe imagine.

O altă condiție este să existe cel puțin 5 repere pe direcția orizontală și verticală a mirei, respectiv:

$$d \leq \frac{W}{5} \quad ; \quad d \leq \frac{H}{5} \quad (2)$$

cu W lățimea și H înălțimea mirei.

Ținând cont că aria zonei de măsură este $A = W \times H = 280 \times 400 \text{ mm}^2$, a fost aleasă o distanță între puncte $d = 10 \text{ mm}$, mai aproape de limita inferioară a intervalului de referință (1) pentru a avea o finețe a rețelei cât mai mare, dar păstrând o dimensiune adecvată a reperelor (aprox. 20 pixeli) [2]. Astfel condițiile (1) și (2) sunt îndeplinite.

$$(1) \rightarrow \sqrt{\frac{280 \cdot 400}{1600}} \leq d \leq \sqrt{\frac{280 \cdot 400}{100}} \quad \text{respectiv } 8,4 \leq 10 \leq 34$$

$$(2) \rightarrow \begin{cases} d \leq \frac{W}{5} \rightarrow 10 \leq 28 \\ d \leq \frac{H}{5} \rightarrow 10 \leq 40 \end{cases}$$

Pentru a obține punctul de reper Zero exact în centrul țintei, calculele sunt de obicei orientate către un număr impar de repere (atât orizontal cât și vertical).

Odată aleasă spațierea dintre punctele de reper, diametrele punctelor de reper sunt determinate folosind următoarele reguli [1], [3]:

Pentru reperul Zero: $\phi_{\text{Zero}} \leq d / 2$ ($\phi_{\text{Zero}} = 4 \text{ mm}$)

Puncte reper predominante: $\phi_{\text{Main}} \leq d / 3$ ($\phi_{\text{Main}} = 3 \text{ mm}$)

Puncte repere axe: $\phi_{\text{Axis}} \leq d / 4$ ($\phi_{\text{Axis}} = 2 \text{ mm}$).

Raporturile de verificare (3) sunt îndeplinite.

$$\frac{\phi_{\text{Zero}}}{\phi_{\text{Main}}} \approx \sqrt{2} \quad (3)$$

$$\frac{\phi_{\text{Main}}}{\phi_{\text{Axis}}} \approx \sqrt{2}$$

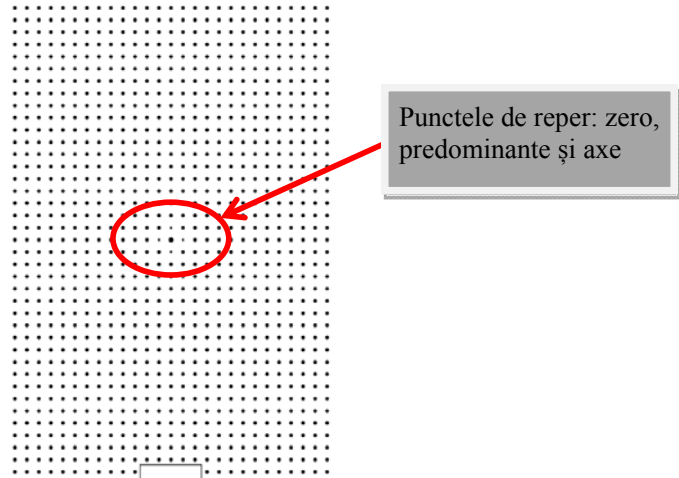


Fig. 6. Poziționarea punctelor de reper pe mira de calibrare a imaginilor PIV.

Mira de calibrare a fost realizată din plexiglas cu grosimea de 10 mm (fig. 7 c). Abaterea de la planeitate a fost măsurată cu mașina CNC TOPPER și este de 0,3 mm (fig. 7 b). Pentru poziționare precisă în centrul rezervorului mira de calibrare este prevăzută cu un decupaj și un suport de fixare (fig. 7 a).

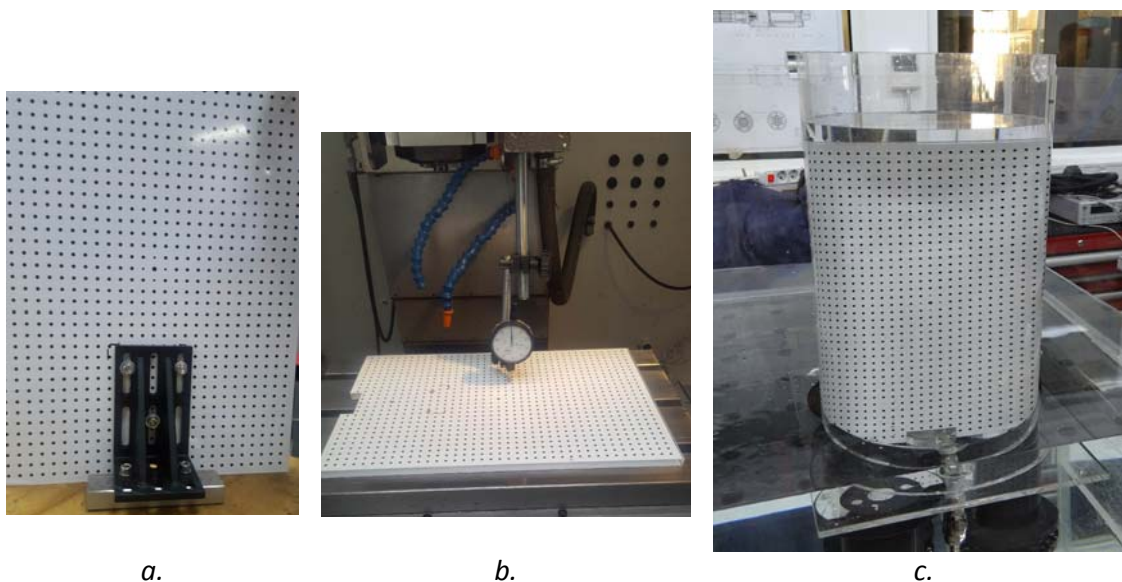
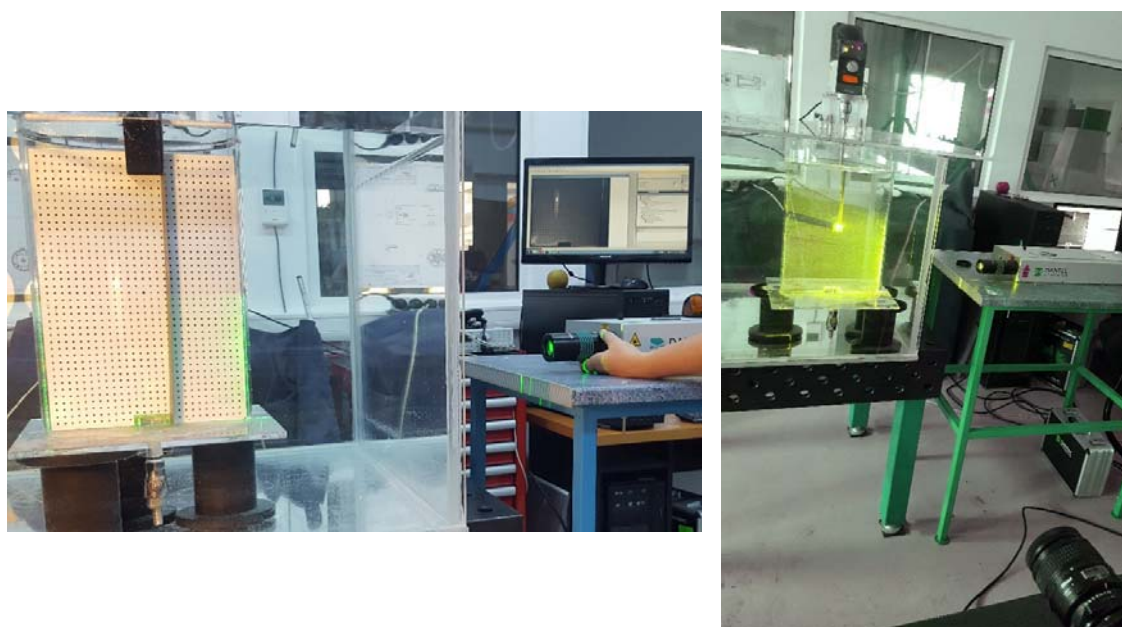


Fig. 7. Realizarea mirei de calibrare



Imagini din timpul procesului de calibrare și sincronizare a imaginilor PIV dintre planul de măsură, planul laser și camera foto, precum și teste preliminare sunt prezentate în fig. 7 și fig. 8.

6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului, gradul de indeplinire a obiectivului cu referire la tintele stabilite si indicatorii asociati pentru monitorizare si evaluare).

În cadrul acestei faze a fost realizată o instalație destinată studiului curgerilor induse de rotoare în rezervoare cilindrice.

Instalația a fost realizată în două variante: varianta cu rezervor cilindric cu diametru ϕ 300mm și înălțimea $H = 500$ mm și varianta cu rezervor cilindric cu diametru ϕ 650mm și înălțimea $H = 390$ mm

A fost realizat de asemenea un bazin rectangular de forma pătrată cu latura de 900mm în care vor fi introduse cele două rezervoare pentru a corecta imaginile înregistrate cu sistemul PIV. Ambele rezervoare și bazinul sunt realizate din plexiglas transparent pentru a permite vizualizarea fenomenelor din interior.

Au fost realizate două mire pentru rezervoarele cilindrice V1 și V2, în vederea calibrării și sincronizării imaginilor PIV dintre planul de măsură, planul laser și camera foto.

Obiectivul acestei faze a fost realizat în totalitate.

Având în vedere activitățile realizate în cadrul acestei etape, se propune continuarea cercetărilor în vederea efectuării campaniei de măsurători utilizând tehnologia Particle Image Velocimetry.

Responsabil proiect
Dr. ing. Ionel Chiriță

Responsabil obiectiv,
Dr. ing. Florentina Bunea