



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
CLUJ NAPOCA, 2018

## **VIZUALIZARE SECVENȚIALĂ A PROCESULUI DE FORMARE A DOPULUI DE GHEAȚĂ ÎN SECȚIUNEA DE TESTARE A UNEI CONDUCTE DE DIAMETRU MARE Partea a II-a**

Bogdan CORBESCU, Tiberiu GYÖNGYÖȘI, Dumitru PUIU,  
Rareș CHIHAIA, Valeriu Nicolae PANAITESCU

### **SEQUENTIAL VISUALISATION OF THE ICE PLUG DEVELOPMENT PROCESS INSIDE THE TEST SECTION OF A LARGE DIAMETER PIPE - II**

The technique of forming controlled ice plugs in pipe-line installations in order to isolate a section from the rest of the circuit is used for carrying out circuit maintenance or repair activities without shutting down the entire installation. Planning an intervention requires an estimation regarding the necessary time and quantity of liquid nitrogen to form an ice plug inside the pipe. They (along with the geometrical characteristics of the ice plug) depend on a series of specific factors. Using a video equipment to visualise the ice plug formation provides useful information regarding the ice layer deposition which can be used to develop calculus estimation for the required quantity of liquid nitrogen, for the process duration, and on a long term, to improve the freezing device configuration.

The paper then describes the convenience of visualizing the formation of ice plugs by studying the formation of the ice layers on the pipe inner wall.

Key words: isolating a pipe-line section, visualizing the forming of ice layers

Cuvinte cheie: izolarea unui tronson de conductă, vizualizarea depunerii de gheață

### 3. Descrierea experimentului - continuare

Evoluția în timp a temperaturilor peretelui exterior al conductei măsurată de termocuplele aflate în vecinătatea dispozitivului de formare dop de gheață la intrare și ieșire, în părțile superioară și inferioară este reprezentată în figura 10.

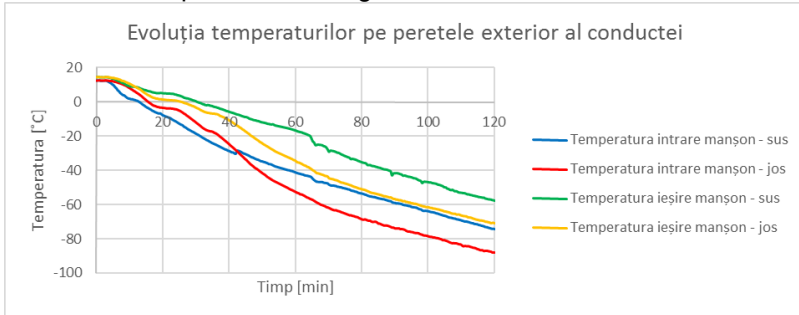


Fig. 10 Variația în timp a temperaturilor peretelui exterior al conductei

Evoluția în timp a temperaturilor peretelui exterior al conductei măsurată de termocuplele aflate la 100 mm aval și amonte de dispozitivul de formare dop de gheață, în părțile superioară și inferioară este reprezentată în figura 11.

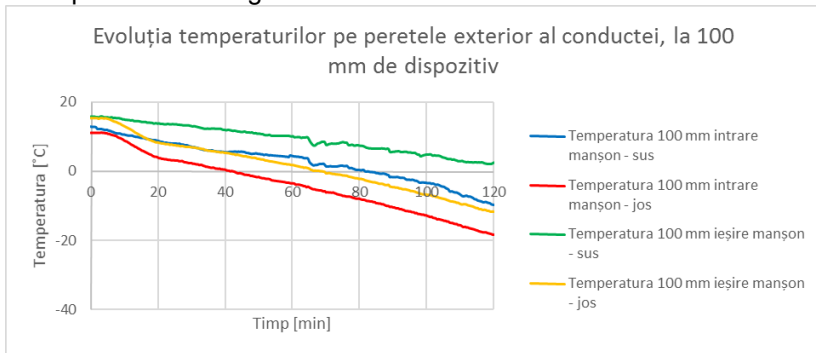


Fig. 11 Variația în timp a temperaturilor la 100 mm de dispozitiv

Temperatura apei demineralizate pe parcursul experimentului a scăzut de la 11,4 °C la 3,8 °C.

Căderea de presiune măsurată pe dopul amonte față de intrarea în zona dispozitivului aval a urcat ușor până la ~ 0,7 bar în 61 de minute (practic, până la finalul experimentului). Pentru dopul de gheață aval, căderea de presiune calculată în funcție de nivelul

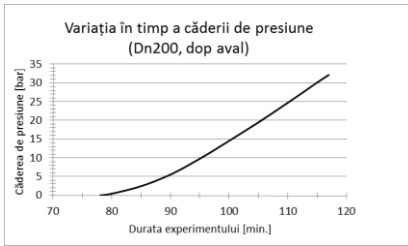


Fig. 12 Evoluția în timp a căderii de presiune pe dopul amonte

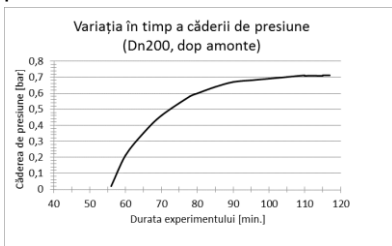


Fig. 13 Evoluția în timp a căderii de presiune pe dopul aval

măsurat de traductorul de presiune montat pe zona de influență a dispozitivului aval (ST II) a atins până la sfârșitul experimentului ~ 32,12 bar (în ~ 39 de minute de la obturarea secțiunii conductei). Evoluția căderii de presiune în timp, până la finalizarea dopului de gheață amonte, poate fi urmărită în figura 12 iar, pentru dopul de gheață aval în figura 13.

Experimentul a fost considerat încheiat imediat după finalizarea dopului de gheață în zona de influență a dispozitivului din aval (în acest caz, pentru dopul de gheață amonte, rata de creștere a căderii de presiune a dat semn de stabilizare, figura 10), presiunea apei rămasă captivă între dopurile de gheață a atins valoarea de 0,5 bar.

#### 4. Rezultate experimentale și concluzii

O secțiune imaginară prin axa longitudinală a conductei de testare, cu respectarea cotelor măsurate direct în raport cu fețele plane ale flanșelor de legătură ale

secțiunilor de testare ST I și ST II, este reprodusă în figura 14.

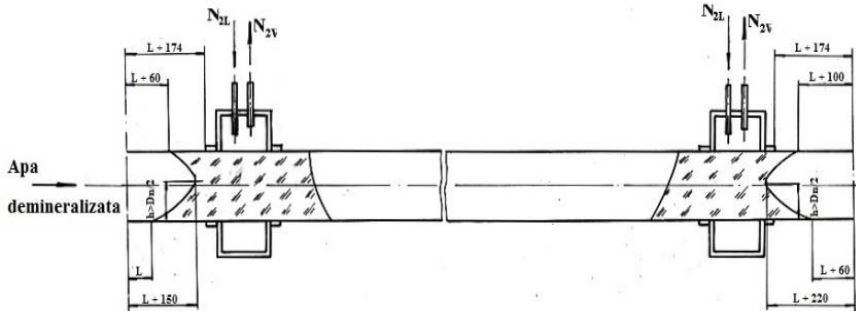


Fig. 14 Secțiune imaginară prin axa longitudinală a secțiunilor de testare ST I și ST II

Depunerea de gheață pe perețele interior al secțiunii de testare ST I (în zona dispozitivului amonte) a fost de ~ 600 mm în partea inferioară și 470 mm în cea superioară, iar lungimea dopului de gheață format în interiorul conductei, în absența curgerii, a fost cu aproximație stabilită la ~ 400 mm. În zona dispozitivului aval, depunerea de gheață pe perețele interior al secțiunii de testare ST II a fost de ~ 540 mm în partea inferioară și 410 mm în cea superioară, iar lungimea dopului de gheață format în interiorul conductei, în absența curgerii, a fost cu aproximație stabilită la 340 mm.

Se confirmă faptul că modul de injectare azot lichid în primele 10 - 20 de minute își pune amprenta pe întreg rezultatul experimentului în privința mărimii lungimii și grosimii depunerilor de gheață conținând în mare măsură viteza de deplasare a azotului lichid pe traseele de alimentare a fiecărui dispozitiv. Temperatura inițială a apei demineralizate în secțiunea de testare a fost de această dată cea mai redusă ca valoare în această campanie situându-se în jurul valorii de 11,4 °C în momentul pornirii experimentului iar la final, a scăzut puțin sub jumătate, ajungând la ~ 3,8 °C. Valoarea redusă a temperaturii inițiale între zonele de influență ale dispozitivelor a făcut mult mai facilă operarea robinetilor de reglare a debitului de azot lichid, ambele dopuri de gheață având lungimi finale mai mari decât cele obținute în cazul altor teste, [6].

## 5. Concluzii

- Prin urmărirea formării dopului de gheață în interiorul conductei, în zona de influență a manșonului se obțin informații importante asupra procesului formare a dopului de gheață și a configurației sale geometrice

- În urma campaniilor experimentale efectuate urmărind închiderea conductei orizontale cu dop de gheață s-a observat atât importanța mărimii intervalului de timp în care se reduce, de către operator, nivelul presiunii pernei de azot în vasul de stocaj cât și înșăși valorile presiunii pernei de azot în anumite momente ale procesului de formare și finalizare a dopului;

- Rezultatele obținute au dovedit că primele 10 minute reprezintă un interval de timp extrem de important pentru modul de derulare a procesului;

- Prin instalarea camerei de filmat în interiorul conductei cu Dn 200 aval de ST2 se urmărește monitorizarea evoluției dopului de gheață aval ca un rezultat al modului în care s-a realizat injectarea

azotului lichid în interiorul dispozitivului criogenic și identificarea momentului formării primare a dopului de gheață;

- Alimentarea cu azot lichid a urmărit mai întâi umplerea compartimentului dispozitivului amplasat în amonte (pe ST I) și abia apoi a compartimentului celui de-al doilea dispozitiv;

- Experimentul a pornit cu presiunea  $p_1$  a pernei de vapori de azot în vasul de stocaj, după minim 10 minute nivelul presiunii va coborî la o valoare de minim  $p_2$  pentru ca apoi, în timp cât mai scurt să se ridice presiunea la valoarea  $p_3$  care va fi menținută constantă pe toată durata experimentului;

- Rata de răcire a apei în zona dintre dispozitive contribuie la creșterea în timp a grosimii straturilor de gheață depuse favorizând închiderea secțiunii în două locuri, în amonte și apoi în aval, forțând după caz înaintarea în amonte și în aval a dopului amonte sau numai în aval dar și înaintarea în amonte a dopului aval;

- Dopul de gheață amonte s-a format primar după ~57 minute de la începutul experimentului, momentul fiind semnalat de creșterea presiunii pe ST I;

- După ~ 81 de minute de la startul testului s-a putut vizualiza momentul formării primare a dopului de gheață aval;

- Variația temperaturii peretelui exterior al conductei din zona de influență a dispozitivului aval este influențată de modificarea presiunii de injectare a azotului lichid, de reglajul efectuat pe toată durata experimentului și mai mult de formarea primară a dopului de gheață aval.

## BIBLIOGRAFIE

[1] Doca, C., *Asupra timpului de obturare, prin înghețare criogenică, a unei conducte umplute cu apă*. A XVII-a Conferință Națională cu participare internațională "Progrese în criogenie și separarea izotopilor", 26 -28 octombrie 2011, Călimănești-Căciulata, Vâlcea.

[2] Corbescu, B., Gyongyoși, T., Puiu, D., Panaitescu, V.N., *O încercare de obturare cu dop de gheață a unui tronson de conductă orizontală (DN 300 mm) străbătut de apă demineralizată*, A XVI-a Conferința internațională multidisciplinară „Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”. Sebeș – Alba, 10-11 iunie 2016. Știință și inginerie. Vol. 29/2016, ISSN 2067-7138, Editura AGIR, București, 2016, pp. 483-492.

[3] Gyöngyösi, T., Valeca, Ș., *Încercări de formare a dopului de gheață în secțiunea de testare, conductă orizontală străbătută de apă demineralizată*. ICN Pitești - R.I. Nr. 9028 /2010.

- [4] Corbescu, B., Gyöngyösi, T., *Posibilitatea implementării unui sistem de analiză video a formării dopului de gheață în secțiunea de testare, conductă orizontală cu Dn 200 mm. Proiectare*. ICN Pitești - R.I. Nr. 10646/2015.
- [5] Corbescu, B., Gyöngyösi, T., *Implementarea unui sistem de analiză video a formării dopului de gheață (aval) în secțiunea de testare, conductă orizontală cu Dn 200. Finalizare execuție model experimental și montaj*. ICN Pitești - R.I. Nr. 11020/2016.
- [6] Corbescu, B., Puiu, D., Gyongyoși, T., Panaitescu, V.N., *Elemente de calcul al necesarului de azot pentru izolarea cu dop de gheață a unei conducte orizontale de diametru mare*. A XVII-a Conferință internațională multidisciplinară „Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”. Sebeș – Alba, 2-3 iunie 2017. Știință și inginerie. Vol. 30/2017, ISSN 2067-7138, Editura AGIR, București, 2017, pp. 167-174.
- [7] Corbescu, B., Gyongyoși, T., *Încercări de vizualizare secvențială a procesului de formare a dopului de gheață în secțiunea de testare i, conductă orizontală cu dn 200 utilizând sistemul de analiză video*. ICN Pitești - R.I. Nr. 11389/2017.
- [8] Gyongyoși, T., *Încercări de izolare a unui tronson de conductă cu apă demineralizată, în regim staționar, prin formarea a două dopuri de gheață în conducta orizontală cu Dn 200 pentru primul mod de alimentare cu azot lichid al celor două dispozitive*, ICN Pitești – R.I. Nr. 11591 / 2017.

Drd. Ing. Bogdan CORBESCU  
Institutul de Cercetări Nucleare Pitești  
e-mail: bogdan.corbescu@gmail.com

Dr. Ing. Tiberiu GYÖNGYÖSI,  
Ing. Dezv. Tehn. I, Șef colectiv,  
Institutul de Cercetări Nucleare Pitești, membru AGIR  
e-mail: tiberiu.gyongyoși@nuclear.ro

Prof. emerit Dr. Ing. Valeriu Nicolae PANAITESCU,  
Departamentul de Hidraulică, Mașini hidraulice și Ingineria mediului,  
Universitatea Politehnică București, membru AGIR  
e-mail: valeriu.panaitescu@yahoo.com