



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

OPORTUNITATEA VIZUALIZĂRII FORMĂRII CONTROLATE A DOPULUI DE GHEAȚĂ PE UN TRONSON DE CONDUCTĂ ORIZONTALĂ

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

THE CONVENIENCE OF VISUALISING THE CONTROLLED FORMATION OF ICE PLUGS IN HORIZONTAL PIPE-LINE SECTION

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. The geometrical characteristics of the ice plug can vary from one test to another, depending on the conditions under which the test is being carried out and the events that occur during this time. Studying this process requires visualizing the forming of ice layers inside the pipe.

This paper describes the convenience of visualizing the formation of ice plugs by studying the effect of the events and interventions that occur during controlled tests that have been carried out in horizontal pipe-line sections.

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

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

1. Introducere

Metoda de obturare cu dopuri de gheață a conductelor umplute cu apă este o tehnică folosită pentru a izola anumite tronsoane ce

necesită lucrări de mentenanță sau reparații, prezentând avantajul de a putea fi efectuate fără a opri întreg sistemul afectat și de a fi eficientă din punctul de vedere al costurilor. Ea presupune aplicarea pe exteriorul conductei a unui dispozitiv de forma unui manșon ce prezintă în interior un compartiment inelar destinat azotului lichid, compartiment situat concentric cu secțiunea conductei. Transferul de căldură are loc între conducta străbătută de apă și azotul lichid aflat în inel, având ca rezultat scăderea temperaturii apei și formarea unui dop prin depunerea în straturi de gheață succesive pe peretele interior al conductei în zona de influență a compartimentului umplut cu azot lichid, concomitent cu reducerea debitului de apă până la oprirea curgerii.

Timpul de formare a stratului depus, precum și lungimea și grosimea sa, depind de factori ca temperatura apei vehiculate, debitul și calitatea ei și de viteza de intrare a azotului în compartimentul dispozitivului.

Articolul prezintă dotările tehnologice experimentale utilizate în desfășurarea experimentelor precum și elementele ce vor putea fi studiate și corelate cu rezultatele calcului teoretic odată cu introducerea unor echipamente de urmărire a evoluției depunerilor de gheață în interiorul conductei, în zona de influență a dispozitivului criogenic.

2. Descrierea instalației experimentale

Dispozitivul criogenic se află montat pe o secțiune de testare, componentă a unei bucle experimentale în circuit deschis (figura 1), elementele principale ale acesteia fiind conducta orizontală cu Dn 200, o pompă ce asigură circulația agentului de lucru și un rezervor de apă.

Manșonul de formare a dopului de gheață este format prin îmbinarea a două semicoliere, aproximativ identice, pe exteriorul secțiunii de testare a conductei. După montaj, în interior se formează un compartiment inelar concentric cu secțiunea conductei, destinat azotului lichid ce urmează a fi injectat în proces.

Ansamblul facilitează realizarea transferului de căldură între conducta străbătută de agentul de lucru și inelul de azot lichid.

Sursa de azot lichid utilizată este un vas Dewar, legătura dintre el și dispozitiv fiind realizată cu un furtun de presiune (figura 2).

Pentru măsurarea temperaturii s-au montat termocuple Fe-Constantan amonte și respectiv aval de manșonul de înghețare, în partea superioară și inferioară a conductei. Aceste termocuple s-au conectat la un sistem de achiziții de date pentru monitorizarea și înregistrarea temperaturii în punctele de măsură.

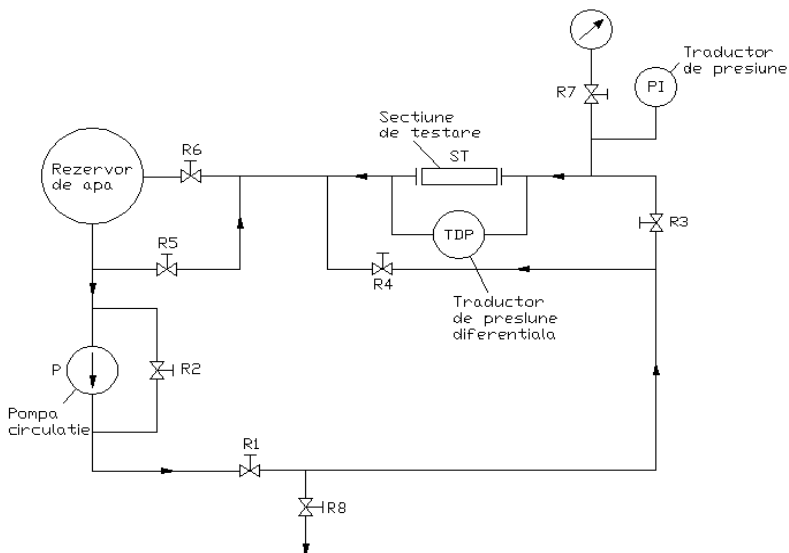


Fig. 1 Instalația experimentală pentru izolarea cu dopuri de gheață în conducte orizontale – schemă de principiu

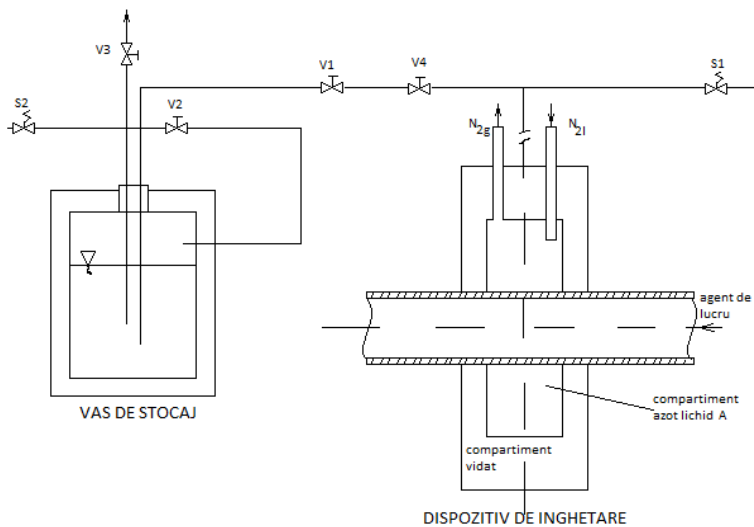


Fig. 2 Instalația experimentală – schemă simplificată

3. Analiza experimentelor efectuate

Caracteristicile geometrice ale dopurilor de gheață rezultate în urma experimentelor efectuate pe secțiunea de testare cu Dn 200 variază în funcție de condițiile de desfășurare a testelor (temperatura apei recirculate și de modul de injectare a azotului lichid în circuit) și de manevrele efectuate pe parcurs.

Studiul evoluției depunerilor de gheață în zona de influență a manșonului facilitează culegerea de date utile procesului și îmbunătățirea modelelor de calcul termic și constructiv ale dispozitivelor criogenice. În acest scop, s-a luat în considerare implementarea unor tehnologii de analiză video în interiorul conductei orizontale a secțiunii de testare.

Exemplul analizat prezintă efectul pe care îl au condițiile de desfășurare precum și intervențiile ce au loc pe parcursul testului asupra caracteristicilor geometrice ale depunerilor de gheață, și implicat a al timpului de obturare a conductei.

Experimentul s-a realizat utilizând ca agent de lucru apa demineralizată. De asemenea, considerând că există o legătură între diametrul interior al ștuțului de evacuare a vaporilor de azot din dispozitiv și procesul de formare a dopului de gheață în interiorul conductei, s-a restricționat evacuarea vaporilor prin montarea unei rezistențe hidraulice.

La pornirea experimentului, intrarea apei în secțiunea de testare a fost oprită, debitul pompei de circulație fiind dirijat pe by-pass. Temperatura apei demineralizate înainte de începerea lucrărilor a fost de 17 °C.

Pentru a crește perna de presiune în compartimentul cu azot lichid al vasului Dewar la 1 bar, s-a deschis robinetul V3, după care s-a deschis robinetul V2 pentru presurizarea volumului de azot lichid stocat. O presiune mai mică de injectare a azotului în dispozitivul de formare a dopului de gheață are ca rezultat o lungime redusă a depunerilor de gheață în interiorul conductei, rezultând asigurarea unei opriri rapide a curgerii pe o lungime mai mică. Astfel, s-a început cu o presiune de injecție a azotului lichid de 0,6 bar, iar după pătrunderea azotului lichid în compartimentul dispozitivului, presiunea a scăzut la 0,52 bar. În continuare, presiunea de injecție a azotului lichid la intrarea în circuitul de alimentare al dispozitivului criogenic a fost readusă ușor în jurul valorii de 0,6 bar, unde a fost stabilizată pentru tot restul încercării. Reducerea ulterioară a presiunii urmată de creșterea ulterioară la o valoare ce va fi menținută până la finalul experimentului

are ca scop stabilizarea transferului de căldură în compartimentul de azot lichid, rezultând reducerea transferului de masă la gura țevii de evacuare a vaporilor de azot.

Aceste reglaje inițiale influențează în mod direct modul de depunere al straturilor de gheață în interiorul conductei, transferul de căldură de la agentul de lucru către compartimentul de azot lichid, precum și caracteristicile geometrice ale dopului rezultat.

După o oră și 53 de minute de la inițierea experimentului, presiunea apei în amonte de zona de influență a manșonului de înghețare a început să crească, semn că obturarea conductei a avut loc prin formarea primară a dopului de gheață. În 7 minute de la momentul obturării conductei, căderea de presiune pe dopul de gheață a evoluat liniar până ce a atins $\sim 1,2$ bar. În acest interval de timp, depunerea de gheață a continuat să evolueze axial în conductă, mai mult în amonte de dispozitiv.

Pe durata experimentului, temperatura apei demineralizate a crescut cu aproximativ $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, până la $24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Această variație mare influențează atât lungimea depunerilor de gheață cât și, implicit, durata și modul de obturare a conductei.

Dopurile de gheață rezultate în urma experimentelor realizate în conducta orizontală de testare diferă ca dimensiuni și configurație geometrică. Măsurarea cotelor se efectuează în raport cu flanșa de legătură din amonte de secțiunea de testare și de lungimea depunerii de zăpadă din aval de dispozitiv. Demontarea tronsonului de conductă aval de dispozitivul criogenic este dificilă, astfel că instalarea unei camere de luat vederi ar ajuta la dimensionarea cotelor dopului de gheață precum și la observarea configurației geometrice a acestuia.

Implementarea unor echipamente de urmărire a formării dopului de gheață în interiorul conductei, în zona de influență a manșonului, facilitează înțelegerea procesului de obturare cu dopuri de gheață a conductelor instalațiilor de alimentare cu apă. Datele obținute sunt utile construirii unor modele de calcul necesare controlării derulării procesului de formare a dopului de gheață, procesului de menținere a dopului până la finalizarea activității de mentenanță solicitată.

De asemenea, datele rezultate sunt utile și pentru îmbunătățirea configurației geometrice a dispozitivului de formare dop de gheață (dimensionarea compartimentului destinat azotului lichid) în funcție de cerințele aplicației propriu-zise. Vizualizarea evoluției depunerilor de gheață în interiorul secțiunii de testare contribuie la dezvoltarea de tehnologii destinate unor aplicații ce includ conducte orizontale de mari diametre (de până la Dn 800).

4. Concluzii

■ Forma și dimensiunea dopurilor de gheață rezultate în urma experimentelor efectuate pe secțiunea de testare cu Dn 200 variază în funcție de condițiile de desfășurare a testelor și de manevrele efectuate pe parcurs;

■ vizualizarea procesului de formare a dopului de gheață ajută la controlul mai bun asupra modului de injectare a azotului lichid în circuit;

■ studiul evoluției depunerilor de gheață în zona de influență a mașonului propriu-zis facilitează culegerea de date utile procesului și îmbunătățirii modelelor de calcul termic și constructiv;

■ experiența acumulată ajută la dezvoltarea de tehnologii pentru formarea controlată și menținerea stabilității dopurilor de gheață pe conducte de mari diametre (de până la Dn 800).

BIBLIOGRAFIE

[1] Corbescu, B., Gyöngyösi, T., Deloreanu, Gh., și alții, *Posibilitatea implementării unui sistem de analiză video a formării dopului de gheață în secțiunea de testare, conductă orizontală cu Dn 200 mm. Studiu tehnic*, R.I. 10245/2014, SCN Pitești.

[2] Gyöngyösi, T., Valeca, Ș., Puiu, D., și alții, *Încercări de formare a dopului de gheață în secțiunea de testare (conductă orizontală cu Dn 200 mm) în absența curgerii apei demineralizate*, R.I. 9849/2013, SCN Pitești.

[3] Gyöngyösi, T., Valeca, Ș., Puiu, D., și alții, *Influența mărimii orificiului de evacuare în procesul formării dopului de gheață în conducta orizontală cu Dn 200 mm în absența curgerii apei demineralizate*, R.I. 10220/2014.

Ing. Bogdan CORBESCU

ICN Pitești

e-mail: bogdan.corbescu@gmail.com

Dr. Ing. Tiberiu GYÖNGYÖȘ

Ing. dzv. tehn. I, Șef colectiv, ICN Pitești, membru AGIR

e-mail: tiberiu.gyongyoși@nuclear.ro

Ing. Dumitru PUIU

ICN Pitești

e-mail: dumitru.puiu@nuclear.ro

Prof. emerit Dr. Ing. Valeriu Nicolae PANAITESCU

Departamentul de Mecanica fluidelor, Mașini hidraulice și Ingineria mediului,

Universitatea Politehnica din București, membru AGIR

e-mail: valeriu.panaitescu@yahoo.com