

Criogenia,

în sprijinul unei noi ere a energiei



Noul laborator de temperaturi joase realizat în cadrul proiectului CRYO-HY

Fizica și ingineria temperaturilor scăzute au fost considerate mulți ani un subiect "exotic", situat mult prea departe de realitatea cotidiană. Puținele aplicații practice existente în viața oamenilor au fost izolate și au avut o acțiune limitată.

Cu toate acestea, impactul criogeniei - fizică și ingineria temperaturilor scăzute (prin temperaturi scăzute înțelegându-se mai puțin de 100 K) a fost considerat ca

fiind unul imens, având aplicabilitate în diferite medii. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice – ICSI Rm.Vâlcea se află în avangarda implementării și dezvoltării tehnologice a energiilor regenerabile și a deschis, prin crearea unui laborator de temperaturi scăzute pentru aplicații energetice ale fluidelor criogenice, posibilități noi de cercetare și inovare în domeniul energetic.

Prof. dr. Ioan Ștefănescu, director general ICSI Rm.Vâlcea

Filozofia din umbra cercetărilor în domeniul fizicii și ingineriei temperaturilor scăzute se bazează pe principiul că multe proprietăți ale materialelor (comune sau

special produse) se schimbă semnificativ atunci când sunt supuse acestei game de temperaturi, iar această diferență poate fi utilizată în anumite aplicații, de la stocarea hidrogenului lichid ca purtător universal de energie a viitorului, până la transportul și stocarea celui alt purtător de energie și anume curentul electric. Trebuie observat că dezvoltarea rapidă a criogeniei ca subiect de cercetare a generat noi tipuri de aplicații, necunoscându-se încă numărul posibilelor domenii de utilizare.

Cadru potrivit pentru dezvoltarea de noi tehnologii pentru transportul și stocarea energiei

Conceptul pe care încercăm să-l punem în valoare prin implementarea proiectului CRYO-HY: Dezvoltarea infrastructurii CD a ICSI prin crearea unui laborator de temperaturi scăzute pentru aplicații energetice ale fluidelor criogenice este faptul că noua eră a energiei are nevoie de aportul diferitelor domenii tehnologice, criogenia nefiind nici pe departe ultimul dintre ele. Am pornit de la presupunerea că atât emisiile poluante globale, cât și cele locale creează o cerere foarte mare pentru

strategii energetice sustenabile. S-a sugerat că hidrogenul, ca purtător de energie, este un element important pe termen mediu și lung. Drumul către o viață în care hidrogenul are o importanță extremă nu este cunoscut încă. Există nenumărate bariere de ordin tehnologic, financiar și politic care trebuie îndepărtate, însă se pare că s-a ajuns la un acord în acest sens. Luând în considerație această ipoteză de bază, trebuie menționat faptul că două din principalele provocări de ordin tehnologic în crearea unei infrastructuri pentru acest purtător sunt transportul și stocarea energiei. La acest capitol sprijinul criogeniei este mai mult decât binevenit, iar, prin acest proiect, se încearcă elaborarea cadrului instrumental pentru dezvoltarea unor noi tehnologii pentru acest tip de aplicații.

Sprijin pentru detritiere a apei

Noua eră energetică mai este "susținută" cu ajutorul tehnologiilor de temperaturi scăzute și în domeniul unei alte abordări energetice - tehnologia de fuziune. Un aspect major pentru tehnologia de fuziune este tehnologia de detritiere a apei, pentru care institutul aplicant este recunoscut ca un puternic partener de cercetare în cadrul proiectului primului reactor de fuziune – ITER (Internațional Thermonuclear Experimental Reactor).

Bază experimentală pentru tehnologia de detritiere a apei este distilarea criogenică. Prin urmare, activitatea criogeniei devine un sprijin puternic pentru aceasta aplicație în tehnologia de fuziune. Desigur, aceasta nu este singură activitate a fizicii și ingineriei de temperaturi scăzute care se intersectează cu domeniul fuziunii. Supraconductivitatea are un impact major asupra întregului proces de fuziune, iar acest fenomen este văzut că un al doilea pas în activitatea de cercetare ce poate fi dezvoltată în cadrul noului centru.

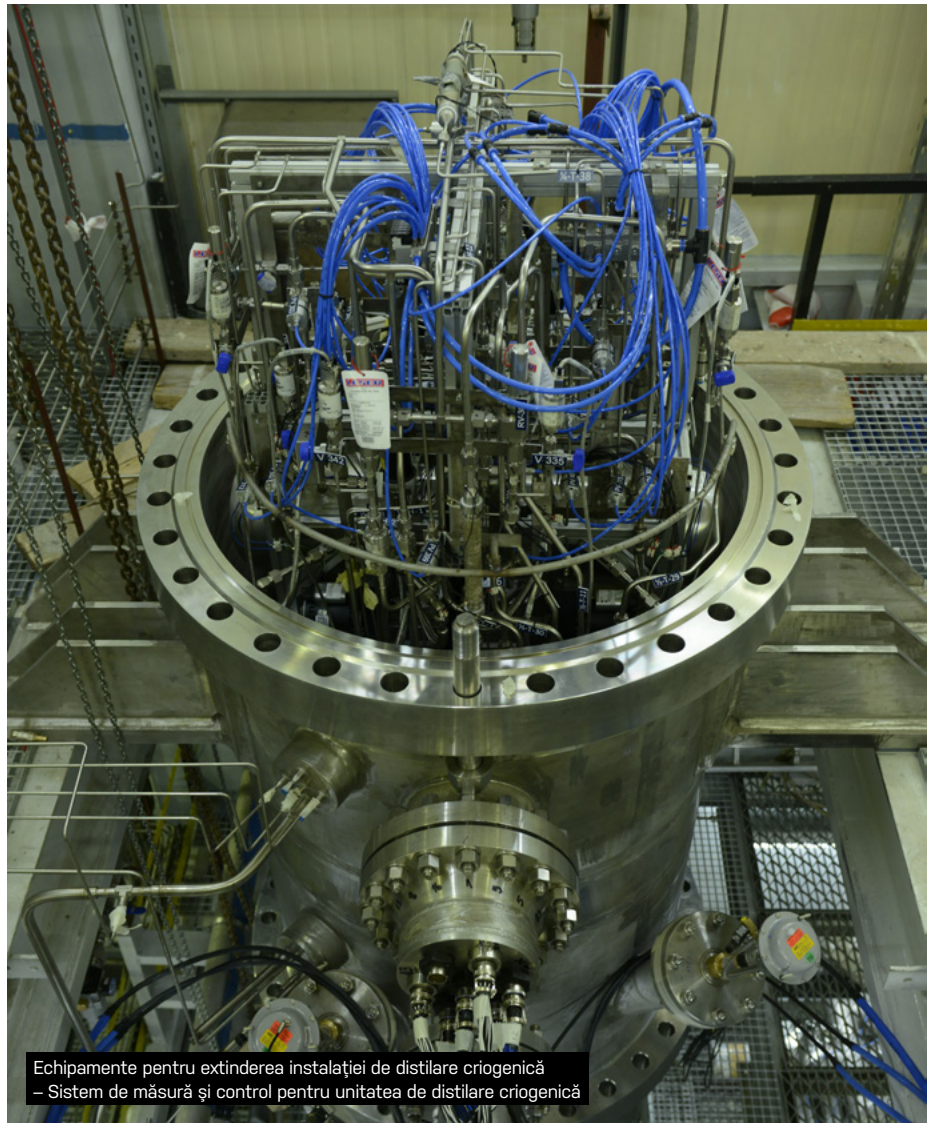
Premise pentru creșterea performanțelor supraconductorilor

Se estimează că o importanță deosebită va fi acordată unuia dintre cele mai demne de observat fenomene din punct de vedere al impactului dintre procesele la temperaturi scăzute - supraconductivita-

tea. Beneficiile tehnologiei de rețea supraconductoare sunt pe cale de a fi obținute. Din 1986 s-au făcut eforturi considerabile pentru descoperirea și producerea de materiale cu proprietăți supraconductoare la temperaturi mai mari decât cea a fierberii azotului lichid, pentru proiectarea unor trasee de producție accesibile pentru accelerarea alinierii pe ambele axe și a fixării de vortexuri necesare pentru operarea la tensiune ridicată și pentru proiectarea și testarea de cabluri, transformatoare, limitatoare de curent de vârf și mașini rotative. Prima generație de fire supraconductoare (1G) realizate din BSCCO a fost depășită de cea de-a doua generație (2G) de fire realizate din YBCO, având o formă radical diferită și un potențial de performanță cu mult mai ridicat.

În ciuda acestui progres promițător, tehnologia actuală nu poate penetra piața la scară largă. Temperaturile ridicate de tranziție ale familiei de supraconductori din oxid de cupru elimină problemele de refrigerare, necesitând o răcire de doar până la 77K pentru utilizările unui câmp magnetic zero sau 50K pentru utilizările pe teren, față de 4K, caracteristic supraconductorilor convenționali. Cu toate acestea, refrigerarea reprezintă un element costisitor, făcând descoperirea de noi materiale cu temperaturi de operare și mai mari o adevărată provocare tehnologică. Performanța supraconductorilor 2G de transportare a curentului într-un câmp magnetic zero nu este adecvată pentru aplicații precum cabluri sau limitatoare de curent de vârf.

Aflarea unei soluții în ceea ce privește performanțele supraconductorilor necesită nu doar utilizarea empirică de noi materiale și descoperirea factorilor care le afectează performanțele, ci și o înțelegere fundamentală a originilor microscopice ale caracterului supraconductor. Cele două proprietăți supraconductoare - temperatura de tranziție și capacitatea de a transporta curentul electric - reies din diferite aspecte ale stării de supraconductivitate, fiecare cu propriile interacțiuni și propriul comportament macroscopic. În mod evident, având în vedere experiența noastră anterioară și motivația activității noastre - dezvoltarea tehnologiilor de criogenie - ținta noastră declarată este cercetarea supraconductivității la nivel microscopic și, pornind de aici, crearea unor sisteme practice experimentale și demonstrative pentru distribuirea și stocarea energiei.



Echipe pentru extinderea instalației de distilare criogenică
- Sistem de măsură și control pentru unitatea de distilare criogenică

Posibilități noi de progrese revoluționare în transmiterea și distribuția energiei

Cercetarea fundamentală a supraconductivității are un rol important în realizarea unui sistem de distribuție a energiei electrice eficiente și sigure, în vederea satisfacerii cererii tot mai mari de energie și pentru reducerea numărului de fluctuații de tensiune și a penelor de curent la scară largă. La nivel global, cererea de energie are o rată de creștere de aproximativ 2.3% pe an. Se estimează că fracțiunea de energie consumată sub formă de electricitate va crește de la 40% la 70% până în anul 2050, iar dacă vehiculele electrice își vor face apariția în societatea viitorului, aceasta poate înregistra o creștere dramatică. Proprietățile fizice ale supraconductorilor pot facilita progrese revoluționare în transmiterea și distribuția energiei. Prin utilizarea

trajectoriilor oferite de tuburile de cupru ale rețelei electrice, cablurile supraconductoare pot transmite electricitate cu o capacitate de până la cinci ori mai mare decât cea existentă, satisfăcând cu ușurință cererea din secolul viitor. Mai mult, rezistența supraconductorilor la curenți de suprasarcină permite proiectarea și realizarea unor dispozitive care pot avea o reacție rapidă și dinamică la întreruperile de sarcină. Noile echipamente complementare supraconductoare, precum limitatoarele de curent de vârf, transformatoarele și generatoarele de putere reactivă, vor fi compacte și vor funcționa la o capacitate mai mare decât echipamentul convențional. În plus, un nou concept cu o motivație puternică în ultima perioadă și pe baza căruia se doarește crearea unui sistem complex care ar putea "transporta" energia sub formă de hidrogen și electricitate în aceeași structură este propus spre a fi investigat și dezvoltat la nivel pilot.



Echipament de vârf din cadrul Laboratorului de Temperaturi joase
– Sistem de măsurare a proprietăților electrice de material cu magnet supracoductor



Instrumentație de analiza performanța din cadrul Laboratorului
de Temperaturi joase – Sistem SEM de microscopie cu baleiere electronică

Obiectivele principale ale Laboratorului de Temperaturi Scăzute

Sarcina noului laborator de cercetări este aceea de a găsi aplicații ale acestor activități cu scopul de a satisface cererea din viitor în ceea ce privește o nouă structură energetică. Versatilitatea soluțiilor și diversitatea posibilităților oferite prin acest subiect de cercetare formează un cadru încurajator pentru proiectarea unei instalații complet echipate pentru cercetare și activități în acest domeniu.

Realizat în cadrul misiunii declarate “Criogenia în sprijinul unei noi ere a energiei”, proiectul „CRYO-HY: Dezvoltarea infrastructurii CD a ICSI prin crearea unui laborator de temperaturi scăzute pentru aplicații energetice ale fluidelor criogenice”, în valoare totală de 61 838 231 lei, cofinanțat de Uniunea Europeană prin Fondul European

de Dezvoltare Regională, dezvoltă mai multe direcții în domeniul cercetării la temperaturi joase, desemnate să aibă ca rezultat realizări tehnologice practice și validări cu scopul de a sprijini diferite domenii energetice în care Institutul Național de Cercetare a Tehnologiilor Izotopice și Criogeniei este deja implicat – tehnologiile pe bază de hidrogen și separarea tritiului pentru tehnologia fuziunii. Ambele se referă în mod direct la “HIDROGEN”, acesta fiind cuvântul cheie al activității institutului încă de la înființarea sa în anul 1970.

Activitățile desfășurate în cadrul proiectului au vizat direct înființarea unui nou laborator pentru temperaturi scăzute sub forma unui complex de cercetare, care se va axa pe investigarea lichefierii, pe procesele de stocare și transport al fluidelor (în special hidrogen și heliu), cu aplicații directe în domeniul energetic. Noul laborator are un puternic caracter

tehnologic, iar principala sa caracteristică constă în dezvoltarea și validarea tehnologiilor practice în criogenie, precum și domeniile aferente necesare pentru transformarea sa într-o structură energetică în viitorul apropiat.

A fost construit un nou complex de cercetare care include o hală mare pentru sistemele de lichefiere și criostate specifice și echipamente de testare și validare a tehnologiilor de transport și stocare a hidrogenului, precum și trei laboratoare:

- Unitatea de investigații microstructurale
- Aplicații de supraconductibilitate pentru stocarea și transportul energiei
- Analiza purității gazului și a compoziției izotopilor

Un alt obiectiv în cadrul proiectului a vizat furnizarea echipamentelor tehnologice pentru extinderea instalației de distilare criogenică, care este legată direct cu tehnologia de fuziune, distilarea criogenică a izotopului de hidrogen, fiind principala metodă pentru tehnologia de detritiere a apei, parte esențială a întregului complex de fuziune din marele proiect experimental de fuziune ITER. Sistemul de Detritiere al Apei – WDS este principala instalație ce trebuie dezvoltată legat de ciclul combustibilului în reactorul de fuziune. Un complex integrat alcătuit din WDS bazat pe schimbul electrolitic combinat (CECE), angajând o coloană de schimb catalitic de fază lichidă (LPCE), și un Sistem Separare Izotopi bazat pe distilare criogenică (CD) este dezvoltat la Râmnicu Vâlcea. Până acum, acest complex de testare, cu limitările impuse de lipsa de energie de refrigerare, a fost folosit pentru studii de performanță de proces, pentru a măsura diferiți factori de separare izotopică și pentru a valida modelul și operarea unor asemenea sisteme pentru aplicații de fuziune. Noul sistem de refrigerare achiziționat va înlocui vechiul sistem care nu mai putea face față la noile coloane de distilare.

Grație proiectului CRYO-HY, ICSI și-a creat capacitatea de a cerceta și dezvolta noi tehnologii menite să permită elaborarea de soluții inovatoare de stocare și transport al energiei utilizând gazele lichefiate și și-a extins capacitatea de cercetare în domeniul extragerii și stocării izotopilor hidrogenului -Tritiu și Deuteriu- în vederea decontaminării apei grele tritiate care provine de la reactoarele de tip CANDU.