



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: **96-00820**

(61) Perfecționare la brevet:
Nr.

(22) Data de depozit: **17.04.1996**

(62) Divizată din cererea:
Nr.

(30) Prioritate:

(86) Cerere internațională PCT:
Nr.

(41) Data publicării cererii:
30.03.1998 BOPI nr. 3/1998

(87) Publicare internațională:
Nr.

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
30.11.2000 BOPI nr. 11/2000

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 83092

(45) Data eliberării și publicării brevetului:
BOPI nr.

(71) Solicitant: **INSTITUTUL DE CERCETĂRI NUCLEARE, PITEȘTI, RO;**

(73) Titular: **REGIA AUTONOMĂ PENTRU ACTIVITĂȚI NUCLEARE - SUCURSALA CERCETĂRI
NUCLEARE PITEȘTI, COMUNA COLIBAȘI, RO;**

(72) Inventatori: **GYONGYOSI TIBERIU, PITEȘTI, RO; TEBEICA IONEL, PITEȘTI, RO;**

(74) Mandatar:

(54) **ÎNCĂLZITOR ELECTRIC, MULTIMODULAR, DE IMERSIE**

(57) **Rezumat:** Încălzitorul electric, multimodular, de imersie, este destinat echipării modului încălzitor al unei instalații de înaltă presiune și temperatură, având ca agent de lucru apa demineralizată și degazată (în buclele termohidraulice ale standurilor de testare elemente combustibile și ale mașinii de încărcat/descărcat combustibil nuclear pentru centrale nucleare tip CANDU), constituind sursa de căldură necesară realizării și menținerii temperaturii de operare a agentului de lucru din instalație. Încălzitorul electric, multimodular, conform invenției, este alcătuit din trei elemente de încălzire (A, B și C) modulare, având o legătură electrică serie (D) și fiind alimentate la tensiunea de linie a rețelei electrice trifazate, fiecare element de încălzire (A, B și C) modular fiind realizat dintr-un conductor cu fir electric rezistiv (1), central, cu izolație minerală, modelat cu racordare de 90° în plan, la capete, acestea fiind fretate în niște fișe de alimentare (2), formând joncțiuni cald - rece, ce sunt întecuite într-o teacă de protecție (3) și izolate electric cu un strat (4) de pulbere de oxid de magneziu compactizată, pe teaca de protecție (3), la capete, fiind sudate niște bucșe (5) cu racord necesar montajului în recipient și având închiderea realizată cu niște dopuri de etanșare (6), realizate dintr-o masă amorfă, rezistentă la temperatură, și având rigiditate dielectrică bună.

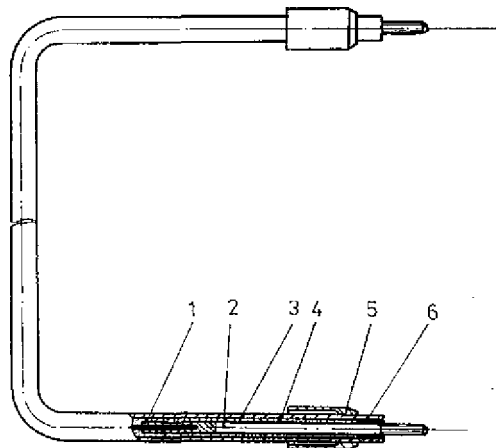


Fig. 2

Revendicări: 2

Figuri: 2

RO 116239 B



Invenția se referă la un încălzitor electric multimodular de imersie, destinat utilității echipamentului modul încălzitor al unei instalații de înaltă presiune și temperatură, având ca agent de lucru apă demineralizată și degazată (în buclele termohidraulice ale standurilor de testare elemente combustibile și ale mașinii de încărcat / descărcat pentru centrale nucleare tip CANDU), modulul încălzitor fiind un recipient sub presiune, 5
utilat cu elemente de încălzire electrică, imersate, ce constituie practic sursa de căldură necesară atingerii și menținerii temperaturii de operare a agentului de lucru din instalație. Echipamentul de încălzire este conceput pe principiul schimbătorului de căldură tubular, înlocuind fasciculul de țevi cu elemente de încălzire electrică, încastrate radial la ambele capete ale recipientului sub presiune. Agentul de lucru spală, în curgerea sa 10
prin recipient, tecile elementelor de încălzire preluând cantitatea de căldură necesară ridicării valorii temperaturii sale între punctele de intrare și ieșire cu un interval de temperatură propriu situației cerute, însemnând atingerea valorii temperaturii de operare și menținerea acesteia. Schimbul de căldură are loc prin convecție forțată, evitându-se, 15
în exploatare, apariția fierberii în volum. Acest lucru este controlat prin menținerea puterii specifice între anumite limite, stabilind de la început caracteristicile fizice și dimensionale ale elementelor de încălzire.

Destinat să lucreze în regim dinamic, elementul de încălzire electrică, ce utilizează echipamentul modul încălzitor, este supus acțiunii vibratorii datorate curgerii și pulsațiilor presiunii agentului de lucru. Valoarea ridicată a presiunii de operare impune orificii de diametru redus, practicate radial în mantaua recipientului. Prin urmare, pentru astfel de aplicații, elementul de încălzire electrică utilizat trebuie să fie de diametru redus, de 20
putere specifică redusă (în jurul valorii de 4 W/cm^2) pentru a menține lungimea între reazeme (ștuțurile recipientului) în cote rezonabile ($\sim 3 \text{ m}$). Puterea electrică relativ mică, distribuită pe elementul de încălzire rezistiv, este suplinită de numărul mare de elemente de încălzire, ce utilizează un astfel de echipament. 25

În scopul echipării modulului încălzitor cu astfel de elemente de încălzire, sunt cunoscute elementul de încălzire cu teacă simplă și elementul de încălzire cu teacă dublă.

Elementul de încălzire cu teacă simplă este realizat dintr-un element încălzitor electric în tub metalic, alcătuit dintr-o spirală de încălzire, executată în formă elicoidală cilindrică, realizată din material cu rezistivitate ridicată (aliaj NiCr) poziționată centrat într-un tub din oțel inoxidabil austenitic și izolată cu pulbere de oxid de magneziu compactizată, prin comprimare, în urma procesului tehnologic de reducere a secțiunii tubului până la dimensiunile finale ale tecii elementului. Joncțiunile dintre capetele spiralei și fișele de alimentare sunt executate prin sudare în puncte și centrate cu ajutorul unor 30
izolatori de capăt din ceramică. Acest element încălzitor electric, în tub metalic, este îndoit cu rază de racordare la 90° , în același plan, la ambele capete, astfel încât să fie compatibil cu orificiile de montaj din recipient obținând astfel elementul de încălzire cu teacă simplă. Închiderea celor două capete reci se realizează cu dopuri din cauciuc 35
siliconic. Montajul în recipientul propriu-zis se execută prin sudarea pe contur a capătului rece al tecii elementului de încălzire, introdus la poziție de capătul ștuțului recipientului. 40

Dezavantajul constă în durata de viață redusă a acestui tip de element de încălzire, utilizat în astfel de aplicații, ce se datorează:

- spiralării conductorului rezistiv;
- pasului inegal de-a lungul generatoarei și abaterii de la coaxialitate, ambele intensificate în zonele supuse deformării (zonele de curbură);

- rezistenței mecanice reduse atât a peretelui tecii cât și a cordonului de sudură realizat pe contur la îmbinarea capetelor de teacă și ștuț (montajul pe recipientul propriu-zis);

- etanșării defectuoase a capetelor reci;
- amplasării joncțiunilor dintre capetele spiralei și fișele de alimentare în peretele recipientului.

De asemenea, efectul combinat al distribuirii în spire a eforturilor electrodinamice și de dilatare împiedicată în secțiunile stratului electroizolant, dintre două spire sau dintre spirală și peretele interior al tecii, conduce în timp la tasarea locală a pulberii de oxid de magneziu, realizând o reducere a calității dielectricului și favorizând străpungerea lui.

Elementul de încălzire cu teacă dublă este alcătuit dintr-o spirală de încălzire, executată în formă elicoidală cilindrică, realizată din material cu rezistivitate ridicată (aliaj NiCr), poziționată central într-un tub din oțel inoxidabil austenitic și izolată cu pulbere de oxid de magneziu, compactizată, prin comprimare, în urma procesului tehnologic de reducere a secțiunii tubului până la dimensiunile finale ale tecii elementului. Joncțiunile dintre capetele spiralei și fișele de alimentare sunt executate prin sudare în puncte și centrate cu ajutorul unor izolatori de capăt din ceramică. Acest element încălzitor, în tub metalic, este introdus într-un alt tub metalic (oțel inoxidabil austenitic) spațiul creat între tuburi fiind umplut cu un amestec de grafit coloidal și silicat de sodiu, amestec bun conducător de căldură.

Acest ansamblu realizat este îndoit cu rază de racordare la 90°, în același plan, la ambele capete, astfel încât să fie compatibil cu orificiile de montaj din recipient, obținând, în final, elementul de încălzire cu teacă dublă. Închiderea celor două capete reci se realizează cu dopuri de cauciuc siliconic. Montajul în recipientul propriu-zis se execută prin sudarea, pe contur, a tecii exterioare a elementului de încălzire, direct de ștuțul recipientului.

Deși soluția prezentată a dat rezultate mai bune la testele de acceptare efectuate, dezavantajul rămâne în fond același: durata de viață scurtă a elementului de încălzire prezentat, cuzele rămânând în principal aceleași:

- spiralară conductorului rezistiv;
- pasul inegal și abaterea de la coaxialitate a spirelor, ambele intensificate în zonele de curbură;
- rezistența mecanică redusă a zonelor de influență termică din jurul cordonului de sudură realizat pe contur la îmbinarea capetelor de teacă exterioară și ștuț recipient;
- etanșarea defectuoasă a capetelor elementelor de încălzire;
- amplasarea joncțiunilor capetelor spiralei cu firele de alimentare în zonele lipsite de circulația agentului de lucru (orificiile de montaj din mantaua recipientului).

În plus, diferența de temperatură, atinsă în pereții celor două teci, a condus la obținerea unor componente de dilatare diferite. Diferența de ordinul zecimii de milimetru este suficientă pentru producerea de goluri în stratul de amestec fragil dintre cele două teci (grafit coloidal cu silicat de sodiu) conducând la supraîncălziri locale, finalizate în timp cu distrugerea elementului de încălzire.

De asemenea, efectul combinat al distribuirii în spire a eforturilor electrodinamice și de dilatare împiedicată în secțiunile stratului electroizolant dintre două spire sau dintre spirală și peretele interior al tecii conduce la reducerea calității dielectricului, favorizând străpungerea lui, implicit defectarea elementului de încălzire. Prolungirea duratei de viață

față de prima soluție s-a datorat reducerii puterii specifice și a rezistenței mecanice corespunzător tecii elementului.

95 Elementul încălzitor multimodular, conform invenției înlătură dezavantajele de mai sus prin:

- utilizarea conductorului rezistiv nespiralat (de forma cablului rezistiv cu izolație minerală)

- eliminarea sudurii între conductorul rezistiv și fișa de alimentare;
- 100 - etanșarea capetelor reci cu o masă amorfă (rezistentă la temperatură ~ 250°C și electroizolantă);

- creșterea rezistenței mecanice prin:

- mărirea grosimii peretelui tecii de protecție cu 50 % (soluție dificil de aplicat în tehnologia de execuție a elementelor de încălzire în tuburi metalice având conductorul rezistiv spiralat);

- preluarea pe bucșe cu racordare, amplasate la capetele tecii de protecție, a vibrațiilor induse de curgerea agentului de lucru, constituind în același timp și treceri etanșe între cele două medii distincte (mediul de operare și mediul ambiant).

Elementul încălzitor multimodular, conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- 110 - fiabilitate ridicată, datorită realizării unui transfer termic mai uniform în jurul conductorului rezistiv, eliminării sudării în puncte a conductorului rezistiv cu fișa de alimentare, solicitării reduse a dielectricului, datorită divizării tensiunii de alimentare, realizării unei mai bune etanșări a capetelor elementului încălzitor modular;

- 115 - menținerea calității dielectricului prin transferarea eforturilor electrodinamice și de dilatare împiedicată din conductorul central nespiralat, direct în materialul tecii de protecție, conducând la deformății în domeniul plastic care nu influențează dielectricul dintre conductorul rezistiv și teaca de protecție;

- creșterea cu 50 % a rezistenței mecanice a tecii de protecție;

- 120 - reducerea dilatării la oboseală a peretelui tecii în zonele de montaj prin inserarea unor bucșe cu racordare, care preiau vibrațiile mecanice induse de curgerea agentului de lucru;

- disponibilitate mărită, întrucât din două elemente încălzitoare modulare defectate, prin refacerea legăturii electrice, se obține un element încălzitor modular funcțional și un modul element de încălzire de rezervă.

125 Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1 și 2 care reprezintă:

- fig. 1 - încălzitorul electric multimodular de imersie;

- fig. 2 - modul element de încălzire.

130 Încălzitorul electric multimodular de imersie, conform invenției (fig. 1), este alcătuit din trei module element de încălzire **A**, **B** și **C** modulare având o legătură electrică **D** în serie și sunt alimentate la tensiunea de linie (rețea electrică trifazată). Fiecare modul element de încălzire **A**, **B**, respectiv **C** ocupă un loc distinct în recipient și este realizat din conductor electric rezistiv central, cu izolație minerală, îndoit, la capete, în același plan cu rază de racordare la 90°.

135 Fiecare dintre elementele de încălzire **A**, **B**, respectiv **C** ale încălzitorului electric multimodular de imersie, conform invenției (fig. 2) este realizat dintr-un conductor electric rezistiv **1**, îndoit, la capete, în același plan cu rază de racordare la 90°, având capetele asamblate prin fretare cu niște fișe de alimentare **2** formând joncțiuni cald -

rece, ce sunt întecuite într-o teacă de protecție **3** și izolate față de aceasta cu un strat **4** de pulbere de oxid de magneziu compactizată, pe teaca de protecție **3**, la ambele capete, fiind sudată câte o bușă **5** cu racordare, necesară montajului prin sudare de ștuțurile recipientului, iar închiderea etanșă a modului element de încălzire la ambele capete fiind realizată prin formarea unor dopuri de etanșare **6** dintr-o masă amorfă rezistentă la temperatură și având o bună rigiditate dielectrică.

140

145

Revendicări

1. Încălzitor electric multimodular de imersie, destinat utilării recipientelor din cadrul echipamentelor de încălzire ale instalațiilor de înaltă presiune și temperatură, având, ca agent de lucru, apă demineralizată și degazată, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din trei elemente de încălzire (**A, B, C**), modulare, nespiralate, îndoite în același plan la fiecare din capete, cu o rază de racordare la 90°, conectate în serie printr-o legătură electrică (**D**) la tensiunea de linie a rețelei electrice trifazate, tensiune divizată aproximativ egal pe cele trei elemente de încălzire (**A, B, C**), modulare.

150

155

2. Încălzitor electric, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fiecare element de încălzire (**A, B** respectiv **C**) modular este realizat dintr-un conductor electric rezistiv (**1**), central, cu izolație minerală, având la fiecare capăt asamblată, prin fretare, câte o fișă de alimentare (**2**) formând joncțiuni cold - rece, fiecare joncțiune fiind întecuită într-o teacă de protecție (**3**) și izolată față de ea cu un strat (**4**) de pulbere de oxid de magneziu, pe capetele tecii de protecție (**3**) fiind sudate bușe (**5**) cu racordare, ce servesc montajului prin sudare de ștuțurile recipientului, fiecare element de încălzire (**A, B** respectiv **C**) modular având închidere etanșă la ambele capete, cu dopuri de etanșare (**6**) formate dintr-o masă amorfă rezistentă la temperatură și având o bună rigiditate dielectrică.

160

165

Președintele comisiei de examinare: **ing. Popescu Livia**

Examinator: **ing. Apostol Cristina**

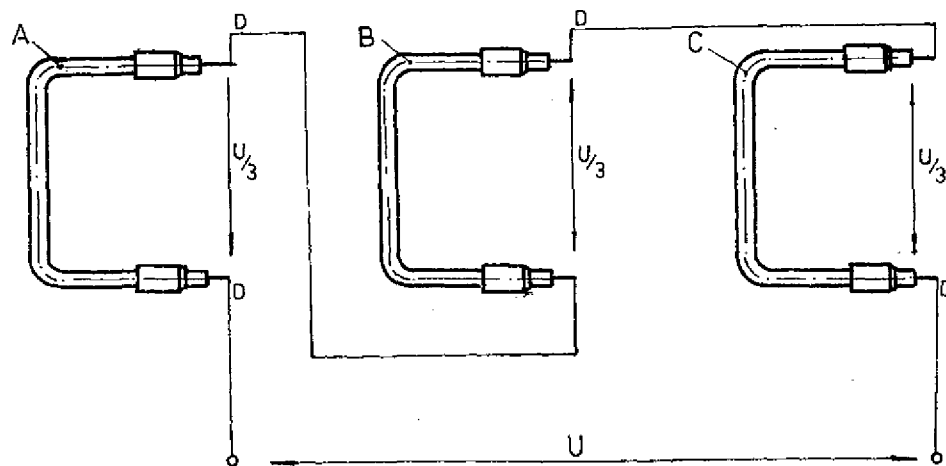


Fig. 1

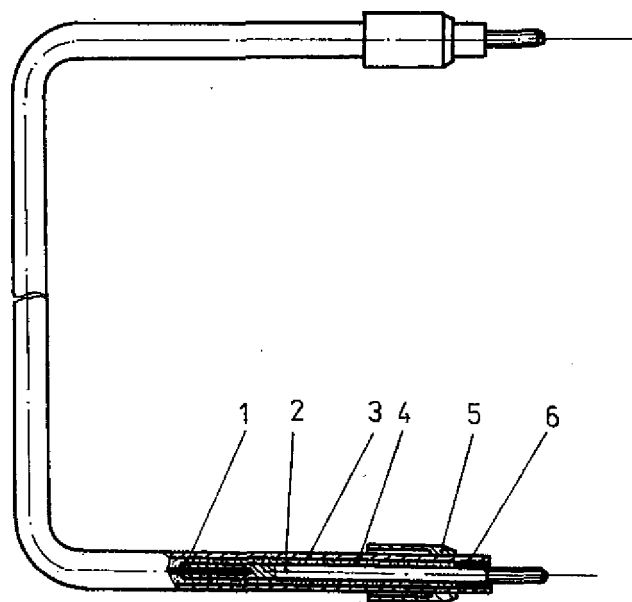


Fig. 2