



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00010**

(22) Data de depozit: **14.01.2015**

(41) Data publicării cererii:
30.09.2015 BOPI nr. **9/2015**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "CONSTANTIN
BRÂNCUȘI" DIN TÂRGU-JIU,
CALEA EROILOR NR.30, TÂRGU-JIU, GJ,
RO

(72) Inventatori:
• DIACONU BOGDAN MARIAN,
STR. SLT. GRIGORE HAIDĂU, BL. 2, SC. 2,
ET. 1, AP. 19, TÂRGU JIU, GJ, RO;
• CRUCERU MIHAI,
BD. CONSTANTIN BRÂNCUȘI NR. 45,
BL. 45, SC. 1, ET. 3,
AP. 9, TÂRGU MUREȘ, GJ, RO;
• GHEORGHIAN ADINA TEODORA,
STR. CALOIAN JUDEȚUL NR. 4, BL. D21A,
SC. 2, AP. 23, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;

• POPESCU LUMINIȚA GEORGETA,
STR.23 AUGUST NR.16, TÂRGU-JIU, GJ,
RO;
• GHEORGHIAN SORIN,
STR. CALOIAN JUDEȚUL NR. 4, BL. D21A,
SC. 2, AP. 23, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;
• ANGHELESCU LUCICA,
STR. ROMANIA MUNCITOARE NR. 6A,
TÂRGU JIU, GJ, RO;
• CRUCERU VLAD IONUȚ,
BD. CONSTANTIN BRÂNCUȘI NR. 45,
BL. 45, SC. 1, ET. 3, AP. 9, TÂRGU JIU, GJ,
RO

(54) **METODĂ DE COMPARAȚIE A PERFORMANȚELOR ȘI
SELECȚIE A SUPRAFEȚELOR DE TRANSFER DE CĂLDURĂ
PENTRU SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ COMPACTE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de comparație a performanțelor și de selecție a suprafețelor de transfer de căldură pentru schimbătoare de căldură compacte. Metoda conform invenției permite identificarea perechii optime de suprafețe de transfer de căldură, din punct de vedere al generării minime de entropie, și constă dintr-o etapă de dimensionare a unui schimbător de căldură pe baza unor parametri impuși, cum ar fi: sarcina termică, debitele agenților termici, schema de circulație și natura fluidelor, și dintr-o etapă de testare

a suprafețelor de transfer de căldură, în care schimbătorului dimensionat în etapa precedentă i se înlocuiește suprafața de transfer de căldură pe partea unuia dintre cei doi agenți termici, cu menținerea restului parametrilor determinați în etapa anterioară, ceea ce face posibilă compararea tipurilor de suprafețe.

Revendicări: 3
Figuri: 1



24

METODĂ DE COMPARAȚIE A PERFORMANȚELOR ȘI SELECȚIE A SUPRAFETELOR DE TRANSFER DE CĂLDURĂ PENTRU SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ COMPACTE

2015 00010
14-01-2015

Descriere

Invenția denumită Metodă de Comparație a Performanțelor și Selecție a Suprafețelor de Transfer de Căldură pentru Schimbătoare de Căldură Compacte se referă la o procedură de tip algoritm care poate fi implementată cu ajutorul unui program de calculator. Invenția este destinată comparației performanțelor suprafețelor de transfer de căldură pentru schimbătoare de căldură compacte din punct de vedere al generării de entropie.

Se știe că orice tehnică de intensificare a transferului de căldură majorează pierderile de presiune ale fluidului pe traseul modificat. Apar astfel două tendințe contradictorii: efectul pozitiv este creșterea coeficientului de transfer de căldură care are ca efect creșterea raportului sarcină termică / gabarit în timp ce efectul negativ este creșterea pierderilor de presiune care are ca efect creșterea cheltuielilor cu energia pentru pomparea fluidului pe traseul modificat. Se poate ajunge la situația în care creșterea consumului de energie pentru pomparea fluidului pe traseul modificat devine efectul dominant în comparație cu creșterea coeficientului de convecție. Raționamentul este aplicabil nu doar la tehnicile de intensificare a transferului de căldură ci și la suprafețele extinse de transfer de căldură utilizate în fabricația schimbătoarelor de căldură compacte cum sunt suprafețele de tip plăci cu nervuri drepte, netede sau cu fante, plăci cu nervuri ondulate, plăci cu nervuri perforate sau plăci cu nervuri aciculare. Pentru cuantificarea efectului global pe care îl are alegerea unui tip de suprafață de transfer de căldură este necesară stabilirea unui criteriu unic care să includă simultan ambele efecte. Acest lucru este dificil deoarece efectul pozitiv se exprimă în reducerea suprafeței de transfer de căldură pentru aceeași valoare a sarcinii termice iar efectul negativ se exprimă în creșterea consumului de energie pentru pomparea fluidului. În literatura de specialitate au fost prezentate relativ puține metode care integrează într-un singur criteriu ambele efecte. Se cunoaște metoda descrisă în lucrarea [1] de Oullete și Bejan care are ca scop estimarea efectului pe care îl au tehnicile de intensificare a transferului de căldură. Metoda descrisă compară viteza de generare a entropiei pentru cazul cu intensificare cu viteza de generare a entropiei pentru cazul cu aplicarea metodei de intensificare. Raportul celor două mărimi a fost denumit număr de unități de generare de entropie prin intensificarea transferului termic. Conform metodei, o tehnică de intensificare a transferului de căldură este

1/2

avantajoasă dacă prin aplicarea ei rezultă valori subunitare ale numărului de unități de generare de entropie prin intensificarea transferului termic. Această metodă poate fi ușor adaptată pentru compararea tipurilor de suprafețe de transfer de căldură. Dezavantajul este că metoda permite doar o comparație peste un interval de valori ale criteriului Reynolds. Astfel, se poate constata în unele cazuri că pentru valori diferite ale criteriului Reynolds performanța unui tip de suprafață față de alt tip se inversează. Prin urmare acest instrument nu este util atunci când se selectează tipurile de suprafețe de transfer de căldură utilizate în construcția schimbătoarelor de căldură.

Problema pe care o rezolvă invenția este identificarea suprafeței de transfer de căldură pentru care rezultă cea mai mică valoare a vitezei de generare de entropie – atât a tipului cât și a dimensiunilor caracteristice – pentru un schimbător de căldură compact, în condițiile în care sunt definite principalele elemente pentru dimensionarea acestuia (natura fluidelor, temperaturile fluidelor la intrarea în aparat, debitele fluidelor). Față de procedeul descris în lucrarea [1], metoda, conform invenției, realizează o evaluare a performanțelor suprafețelor de transfer de căldură pentru un aparat cu parametri impuși de utilizator. Metoda descrisă în lucrarea [1] realizează o clasificare generală peste un interval de valori ale criteriului Reynolds și nu este capabilă să distingă între diferite scheme de curgere a fluidului. Acest ultim aspect este implementat în metoda propusă conform invenției pentru scheme de curgere echicurent, contracurent și curent încrucișat.

Scopul invenției este de a permite alegerea suprafețelor de transfer de căldură în faza de proiectare a aparatelor de transfer de căldură de suprafață pentru alegerea tipurilor de suprafețe de transfer de căldură care asigură cea mai mică rată a generării de entropie.

Metoda, conform invenției, reprezintă un algoritm care se implementează cu ajutorul unui program pentru calculator și constă în următoarele etape:

I. Dimensionarea schimbătorului de căldură

I.1. Alegerea tipului de suprafață de transfer de căldură de bază, a elementelor inițiale pentru calculul termic și hidraulic de dimensionare și a schemei de circulație a fluidelor (echicurent, contracurent sau curent încrucișat). Acest schimbător de căldură va fi denumit în continuare “de referință”. Pentru schimbătorul de căldură de referință se va considera același tip de suprafață de transfer de căldură pentru ambele fluide, și anume tipul de bază.

Utilizatorul are posibilitatea de a alege suprafețe cu plăci ondulate cu nervuri de următoarele tipuri: cu nervuri plane, cu nervuri întrerupte, cu nervuri perforate, cu nervuri aciculare și cu

nervuri ondulate. Programul va dispune de o bază de date cu elementele geometrice ale suprafețelor de transfer de căldură astfel: pasul de ondulare, numărul de ondulări pe unitatea de lungime, diametrul hidraulic, grosimea plăcilor ondulate, raportul suprafață de transfer termic / volum, raportul dintre suprafața nervurată și suprafața totală, pasul ondulărilor. Programul dispune și de posibilitatea ca utilizatorul să introducă propriile date pentru tipuri de suprafețe de transfer de căldură neincluse în baza de date predefinită. Pe lângă elementele geometrice programul dispune de o bază de date privind caracteristicile de transfer de căldură și rezistență hidraulică. Aceste date sunt prezentate sub forma unui tabel după cum urmează: transferul de căldură: un tabel în care valorile produsului $StPr^{2/3}$ (St – criteriul Stanton, Pr – criteriul Prandtl) sunt date în funcție de valorile numărului Reynolds; rezistența hidraulică: un tabel în care valorile coeficientului de frecare sunt date în funcție de valorile criteriului Reynolds. Aceste date sunt disponibile în literatura de specialitate pentru o gamă largă de tipodimensiuni de suprafețe de transfer de căldură pentru schimbătoare de căldură cu plăci. Programul are și posibilitatea ca utilizatorul să introducă date proprii pentru tipuri de suprafețe de transfer de căldură neincluse în baza de date predefinită.

Utilizatorul va alege tipul de suprafață de transfer de căldură de bază și tipurile care vor fi comparate cu cel de bază, care vor fi denumite în continuare tipuri de test.

1.2. Calculul de dimensionare termică și hidraulică a schimbătorului de căldură de bază. Principalul obiectiv al calculului de dimensionare este stabilirea dimensiunilor geometrice ale aparatului. Datorită specificului tipurilor de suprafețe de transfer de căldură vor rezulta trei dimensiuni: lungimea și lățimea plăcii la care se adaugă înălțimea aparatului rezultată din numărul de plăci suprapuse. Deoarece astfel de suprafețe de transfer de căldură sunt standardizate, una dintre dimensiuni este dată de către producător reducându-se astfel numărul de grade de libertate de dimensionare la două. Calculul de dimensionare se realizează prin metoda cunoscută sub denumirea de ϵ -NTC. Se folosesc tabele din literatura de specialitate în care în funcție de schema de curgere sunt precizate valorile eficienței termice a aparatului în funcție de numărul de unități de transfer de căldură NTC. Calculul de dimensionare este iterativ, blocul care controlează procesul iterativ fiind integrat în program. La finalul calculului de dimensionare se vor determina următorii parametri: dimensiunile geometrice ale aparatului, sarcina termică, temperaturile fluidelor la ieșirea din aparat, coeficienții de convecție pentru cele două fluide, valorile criteriului Reynolds, pierderile de presiune pentru cele două fluide și viteza totală (pentru ambele fluide) de generare de entropie. Viteza totală de generare de entropie reprezintă parametrul în funcție de care se va

realiza comparația tipurilor de suprafețe de transfer de căldură. Aceasta include două componente: viteza de generare de entropie datorată transferului de căldură la diferențe finite de temperatură și viteza de generare de entropie datorată pierderilor de presiune. Viteza totală de generare de entropie reprezintă astfel un criteriu integrativ pentru cele două tendințe contradictorii: o valoare mare a vitezei de generare de entropie datorată transferului de căldură înseamnă un tip de suprafață mai dezavantajoasă din punct de vedere al transferului termic; o valoare mare a vitezei de generare de entropie datorată pierderilor de presiune înseamnă un tip de suprafață mai dezavantajoasă din punct de vedere al energiei consumate pentru pomparea fluidului.

La finalul calculului de dimensionare se aplică metoda DMLT (Diferența Medie Logaritmică de Temperatură) pentru verificarea corectitudinii calculului.

II. Calculul de verificare la modificarea tipului de suprafață de transfer de căldură

În etapa de verificare se modifică tipul de suprafață de transfer de căldură pe partea agentului rece. Toți parametrii de intrare utilizați în calculul de dimensionare se mențin la aceleași valori. În plus, se mențin și dimensiunile geometrice rezultate anterior. Schimbătorul de căldură cu tipul de suprafață de transfer de căldură de test va fi numit schimbător de căldură de test. Pentru fiecare tip de suprafață de transfer de căldură de test va rezulta un schimbător de căldură de test. Pentru fiecare schimbător de căldură de test se va efectua un calcul termic și hidraulic de verificare. Calculul termic și hidraulic de verificare pornește de la parametrii fluidelor utilizați și pentru calculul de dimensionare și în plus utilizează dimensiunile geometrice rezultate din calculul de dimensionare. Pe baza acestora se determină temperaturile fluidelor la ieșirea din aparat, sarcina termică, pierderile de presiune pentru cele două fluide și viteza totală de generare de entropie. Deoarece schimbătoarele de căldură de test diferă de cel de bază doar prin tipul de suprafață de transfer de căldură pe una din cele două părți ale aparatului rezultă că modificarea vitezei totale de generare de entropie este cauzată exclusiv de înlocuirea tipului de suprafață de transfer de căldură de bază cu tipul de test.

Se definește pentru tipul de suprafață de bază și pentru tipurile de test noțiunea de rată specifică de generare de entropie prin raportul dintre viteza totală de generare de entropie și sarcina termică a aparatului. Se compară valorile vitezei specifice de generare de entropie pentru tipurile de test cu cea pentru tipul de bază. Valori mai mici decât cea pentru tipul de bază înseamnă suprafețe de transfer de căldură mai avantajoase decât tipul de bază. În cazul valorilor mai mari decât cea pentru tipul de bază înseamnă că suprafața de bază este mai avantajoasă.

Programul va genera un raport în care va include valorile vitezei specifice de generare de entropie pentru tipul de bază și tipurile de test. Secvența de operații a metodei este reprezentată într-o formă grafică în Figura 1.

Avantajul invenției este că permite identificarea rapidă a tipurilor de suprafețe de transfer de căldură pentru care rezultă cea mai mică valoare a vitezei de generare de entropie un schimbător de căldură compact, cu sarcină termică / temperaturi și debite precizate, în diferite scheme de curgere a fluidelor.

Referințe

[1] Oullette, W.R., Bejan, A., Conservation of available work (exergy) by using promoters of swirl flow in forced convection heat transfer, Energy Vol. 5 No. 7-B, pp. 587-596

18

METODĂ DE COMPARAȚIE A PERFORMANȚELOR ȘI SELECȚIE A SUPRAFEȚELOR DE TRANSFER DE CĂLDURĂ PENTRU SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ COMPACTE

Revendicări.

1. Metodă de comparație a performanțelor diferitelor tipuri de suprafețe de transfer de căldură utilizate în construcția schimbătoarelor de căldură compacte **caracterizată prin aceea că** are două etape principale: I. Dimensionarea unui schimbător de căldură compact pentru fluide, parametri și tip de suprafață de transfer de căldură selectabile de către utilizator; II. Aparatului a cărui dimensionare s-a realizat în etapa I i se modifică tipul de suprafață de transfer de căldură pe partea fluidului rece. Astfel, modificarea vitezei de generare de entropie este cauzată exclusiv de modificarea tipului de suprafață de transfer de căldură ceea ce face posibilă compararea tipurilor de suprafețe.
2. Metodă **caracterizată prin aceea că** permite identificarea tipurilor de suprafețe de transfer de căldură pentru care rezultă cea mai mică valoare a vitezei de generare de entropie.
3. Metodă de comparație a performanțelor suprafețelor de transfer de căldură pentru schimbătoare de căldură compacte **caracterizată prin aceea că** poate fi implementată printr-un program de calculator și poate reprezenta un instrument de analiză și optimizare în etapa de proiectare a aparatului de schimb de căldură.

METODĂ DE COMPARAȚIE A PERFORMANȚELOR ȘI SELECȚIE A SUPRAFEȚELOR DE TRANSFER DE CĂLDURĂ PENTRU SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ COMPACTE

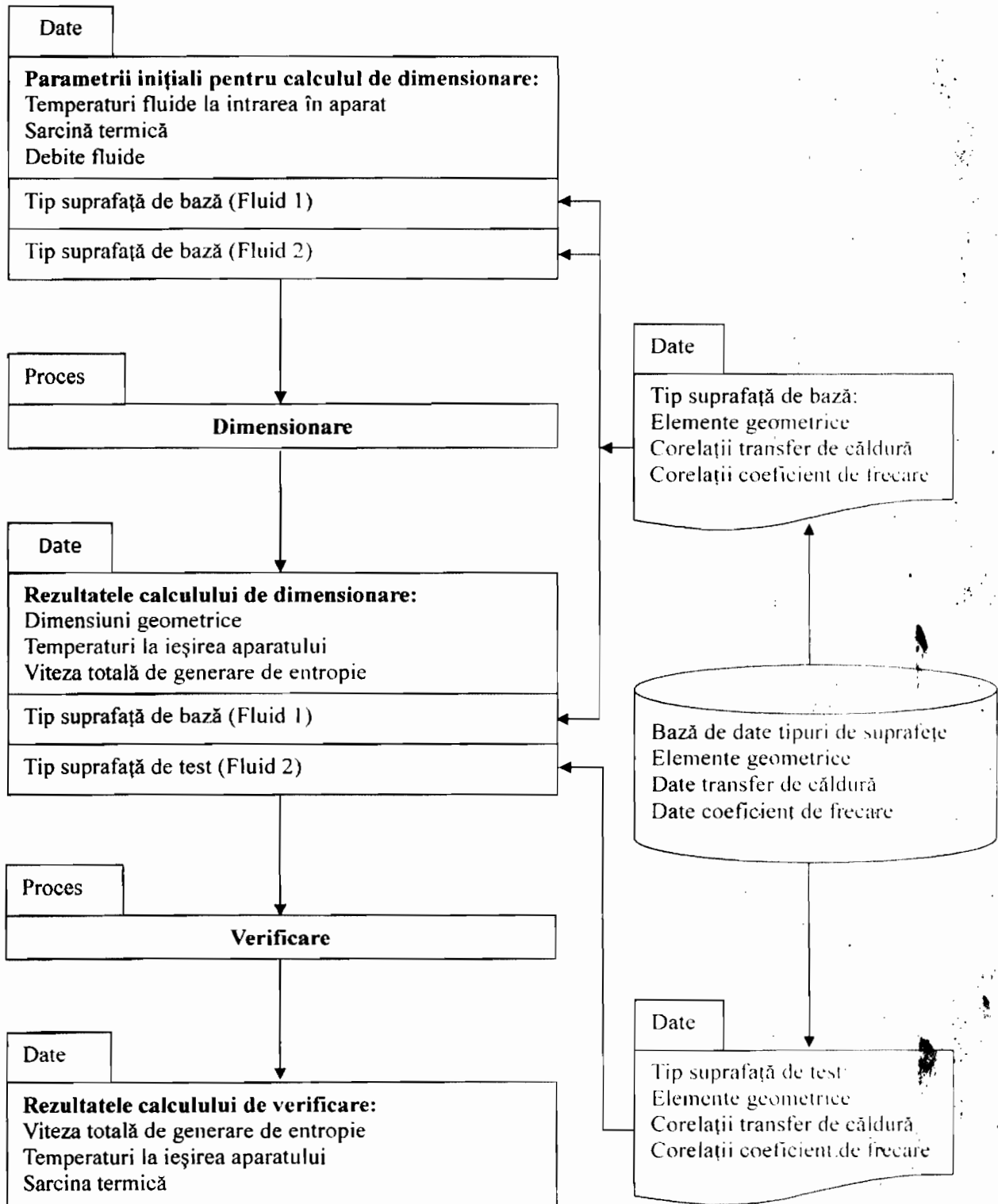


Figura 1. Secvența de operații și legăturile între acestea

Handwritten signature