(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 259 773 B1

(12) **EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:
28.04.2004 Bulletin 2004/18

(21) Application number: **01907928.4**

(22) Date of filing: **28.02.2001**

(51) Int Cl.[7]: **F28D 7/00**

(86) International application number:
PCT/GB2001/000850

(87) International publication number:
WO 2001/065193 (07.09.2001 Gazette 2001/36)

(54) **IMPROVEMENTS IN OR RELATING TO HEAT EXCHANGERS**

VERBESSERTER WÄRMETAUSCHER

AMELIORATIONS APPORTEES A DES ECHANGEURS THERMIQUES

(84) Designated Contracting States:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

(30) Priority: **01.03.2000 GB 0004935**

(43) Date of publication of application:
27.11.2002 Bulletin 2002/48

(73) Proprietor: **Weedon, Geoffrey Gerald**
Twickenham, Middlesex TW2 5NU (GB)

(72) Inventor: **Weedon, Geoffrey Gerald**
Twickenham, Middlesex TW2 5NU (GB)

(74) Representative: **Butler, Lance et al**
Barker Brettell
10-12 Priests Bridge
London SW15 5JE (GB)

(56) References cited:
EP-A- 0 123 653
GB-A- 2 001 422
US-A- 3 153 446
WO-A-96/17672
GB-A- 2 032 611
US-A- 5 845 703

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

EP 1 259 773 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] The invention concerns improvements in or relating to heat exchangers.

[0002] In particular the present invention has as its object the provision of a novel heat exchange apparatus wherein heat from a primary fluid contained in primary heat transfer tubes can be transferred to or from a secondary fluid contained in secondary heat transfer tubes by the use of an intermediate fluid flowing outside of, and in flow communication with, both primary and secondary tubes.

[0003] It is known from US Patent No 3 153 446 to Shaw to provide a heat exchanger with elongated ducts for the passage of one fluid with horizontal and vertical tubing for a second fluid brazed to the ducts to enhance heat transfer. Shaw thus provides for the flow of two fluids in heat exchange relationship.

[0004] According to the present invention there is provided a heat exchange apparatus in which in use heat from primary fluid contained in primary heat transfer tubes is transferred to or from a secondary fluid contained in secondary heat transfer tubes wherein the apparatus includes a number of parallel primary heat transfer tubes, regularly arrayed, with clearance between each tube in two dimensions perpendicular to their length, with secondary heat transfer tubes arranged in successive rows passing between the primary tubes, each secondary tube row being arranged orthogonally one to the next, each secondary tube row being arranged orthogonally to and in close proximity to the primary tubes, and a fluid flow path for an intermediate fluid is defined around the primary and secondary tubes and extending through the interstices therebetween.

[0005] Further to this, the secondary heat recovery tubes may be arranged such that two or more adjacent secondary tube rows in a direction parallel to the primary tubes may be arranged in the same direction, upstream of successive groups of tube rows arranged orthogonally to them.

[0006] The primary fluid flows inside the primary tubes, whilst the intermediate fluid flows outside the tubes in a direction generally in parallel with the primary fluid, either in a co-current or counter-current direction.

[0007] The direction of flow of the secondary fluid is generally transverse to the direction of flow of the primary and intermediate fluids.

[0008] The distance between successive orthogonal rows of secondary tubes is preferably minimised whereby the intermediate fluid is caused to flow around the secondary tubes in a tortuous manner, thereby increasing its turbulence and local heat transfer coefficient against both primary and secondary tubes.

[0009] In this manner a heat exchanger can be produced which by virtue of high heat transfer coefficients can be made more compact than conventional heat exchangers without suffering from excessive fluid pressure drops.

[0010] Furthermore, the heat exchanger can be fabricated from standard manufactured components.

[0011] The spacing between the primary and secondary tubes is preferably small, generally at most 0.5 times the secondary tube outside diameter, in order to minimise the superficial surface area available to the intermediate fluid and thereby to maximise its velocity and corresponding heat transfer coefficient.

[0012] Advantageously, the secondary tubes are in close proximity to and without contact with the primary tubes thereby to eliminate the possibility of tube vibration in the secondary tubes.

[0013] Alternatively, if necessary, the secondary tubes may be braced one to another or to additional members to prevent vibration.

[0014] Preferably the distance between each successive row of secondary tubes is minimised to provide as tortuous path as possible for the intermediate fluid and to minimise the size of the overall heat exchanger.

[0015] For example, the distance between successive rows may be in the range 0 - 0.5 times the secondary tube outside diameter.

[0016] The primary and secondary tubes may be profiled in order to modify the heat transfer characteristics. For example, the tubes may be finned, twisted, shaped, of varying diameters, or contain inserts.

[0017] Inert shapes may be placed between the secondary tubes and around the primary tubes in a regular or random manner to further promote turbulence and heat transfer.

[0018] A further variation of the invention may provide for heat transfer from the intermediate fluid to both the primary and secondary fluid, or from both the primary and secondary fluid to the intermediate fluid.

[0019] Additionally, the primary and secondary fluids may be the same fluid, whilst the primary and secondary tubes may also be connected in parallel or series.

[0020] For example, the primary and secondary fluids could be water and/or steam with the intermediate fluid being combustion gases for heating same.

[0021] A still further variation to the utilisation of the apparatus may be the use of different fluid streams within the secondary tubes, flowing either in the same, or reverse, or a transverse directions. In this way heat may be transferred to a number of different fluid streams from the same stream or streams within a single apparatus.

[0022] Overall, the provision of tubes in three dimensions serves to maximise the tube surface area per unit volume of heat exchanger, whilst maximising the tortuosity of the intermediate fluid thereby maximising the overall heat transfer coefficients in an efficient manner.

[0023] This results in a potentially more compact and cost-effective heat exchanger than has hitherto been achievable with conventional tubular heat exchangers.

Claims

1. A heat exchange apparatus in which in use heat from primary fluid contained in primary heat transfer tubes is transferred to or from a secondary fluid contained in secondary heat transfer tubes wherein the apparatus includes a number of parallel primary heat transfer tubes, regularly arrayed, with clearance between each tube in two dimensions perpendicular to their length, with secondary heat transfer tubes arranged in successive rows passing between the primary tubes, each secondary tube row being arranged orthogonally one to the next, each secondary tube row being arranged orthogonally to the primary tubes, **characterized in that** each secondary tube row is in close proximity to and without contact with the primary tubes, and a fluid flow path for an intermediate fluid is defined around the primary and secondary tubes and extending through the interstices therebetween.

2. An apparatus according to Claim 1 in which the secondary heat transfer tubes are arranged such that two or more adjacent secondary tube rows in a direction parallel to the primary tubes are arranged in the same direction, upstream of successive groups of tube rows orthogonally to them.

3. An apparatus according to any one of the preceding claims in which in use primary fluid is adapted to flow inside the primary tubes, and the intermediate fluid flows outside the tubes in a direction generally parallel with the primary fluid, in co-current or counter-current direction.

4. An apparatus according to any one of the preceding claims in which the flow of the secondary fluid is adapted to be generally transverse to the direction of flow of the primary and intermediate fluids.

5. An apparatus according to any one of the preceding claims in which the spacing between the primary and secondary tubes is at most 0.5 times the secondary tube outer diameter.

6. An apparatus according to any one of the preceding claims in which the spacing between each successive row of secondary tubes lies in the range of between 0 and 0.5 times the secondary tube outer diameter.

7. An apparatus according to any one of the preceding claims in which the secondary tubes are braced one to another.

8. An apparatus according to any one of the preceding claims 1 to 6 in which the secondary tubes are braced to additional members.

9. An apparatus according to any one of the preceding claims in which the primary and secondary tubes are profiled to enhance heat transfer.

10. An apparatus according to any one of the preceding claims in which the primary and secondary tubes contain inserts or devices to enhance heat transfer.

11. An apparatus according to any one of the preceding claims in which the primary and secondary tubes are adapted to contain the same fluid.

12. An apparatus according to Claim 11 in which the primary and secondary tubes are connected in either series or parallel.

13. An apparatus according to any one of the preceding claims 1 to 8 in which the secondary tubes are adapted to contain different fluid streams flowing in the same, or reverse, or transverse directions.

14. An apparatus according to any one of the preceding claims in which inert shapes surround the primary and secondary tubes in a regular or random manner to enhance heat transfer.

Patentansprüche

1. Wärmetauschvorrichtung, bei welcher bei der Verwendung Wärme eines ersten Fluids, welches in ersten Wärmeübertragungsleitungen enthalten ist, zu oder von einem zweiten Fluid transferiert wird, welches in zweiten Wärmeübertragungsleitungen enthalten ist, wobei die Vorrichtung ein Vielzahl von parallelen ersten Wärmeübertragungsleitungen aufweist, die gleichmäßig mit einem Abstand zwischen jeder Leitung in zwei Dimensionen senkrecht zu ihrer Länge angeordnet sind, wobei die zweiten Wärmeübertragungsleitungen in aufeinanderfolgenden Reihen angeordnet sind, welche zwischen den ersten Leitungen verlaufen, wobei jede zweite Leitungsreihe senkrecht zu der nachfolgenden angeordnet ist, wobei jede zweite Leitungsreihe senkrecht zu den ersten Leitungen angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
jede zweite Leitungsreihe in unmittelbarer Nähe zu und ohne Kontakt mit den ersten Leitungen ist, und dass eine Fluidströmungsbahn für ein Zwischenfluid um die ersten und zweiten Leitungen angeordnet ist und sich durch die Zwischenräume zwischen denselben erstreckt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, in welcher die zweiten Wärmeübertragungsleitungen derart angeordnet sind, dass zwei oder mehr benachbarte zweite Leitungsreihen in einer Richtung parallel zu den ersten Leitungen in derselben Richtung stromauf-

wärts von aufeinanderfolgenden Gruppen der Leitungsreihen senkrecht zu denselben angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem bei der Verwendung das primäre Fluid dafür vorgesehen ist, innerhalb der ersten Leitungen zu fließen, und das Zwischenfluid außerhalb der Leitungen in einer zu dem ersten Fluid im wesentlichen parallelen Richtung, in der Gleichstrom- oder der Gegenstrom-Richtung fließt.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüchen, in welcher die Strömungsrichtung des zweiten Fluids im wesentlichen quer zu der Strömungsrichtung des ersten und des Zwischenfluids verläuft.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem der Abstand zwischen den ersten und den zweiten Leitungen mindestens 0,5 Mal dem Außendurchmesser der zweiten Leitungen beträgt.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welcher der Abstand zwischen jeder nachfolgenden Reihe der zweiten Leitungen in einem Bereich zwischen 0 und 0,5 Mal dem Außendurchmesser der zweiten Leitungen liegt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welcher die zweiten Leitungen von einander gehalten sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, in welcher die zweiten Leitungen mittels zusätzlicher Elemente gehalten sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welcher die ersten und die zweiten Leitungen profiliert sind, um die Wärmeübertragung zu verbessern.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welcher die ersten und die zweiten Leitungen Einlagen oder Einrichtungen zur Verbesserung der Wärmeübertragung aufweisen.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welcher die ersten und die zweiten Leitungen dasselbe Fluid beinhalten.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, in welcher die ersten und die zweiten Leitungen entweder in Serie oder parallel verbunden sind.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, in welcher die zweiten Leitungen unterschiedliche Fluidströme beinhalten, welche in derselben Richtung oder in Gegenrichtung oder in Querrichtung verlaufen.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welcher inerte Formen die primären und sekundären Leitungen in einer gleichmäßigen oder zufälligen Art und Weise umgeben, um die Wärmeübertragung zu verbessern.

Revendications

1. Dispositif d'échange de chaleur dans lequel, en utilisation, de la chaleur provenant d'un fluide principal contenu dans des tubes de transfert de chaleur principaux est transférée vers un fluide secondaire contenu dans des tubes de transfert de chaleur secondaires, où à partir de celui-ci, le dispositif comportant plusieurs tubes de transfert de chaleur principaux parallèles, rangés de manière régulière, avec un jeu entre chaque tube dans deux dimensions perpendiculaires à leur longueur, les tubes de transfert de chaleur secondaires étant agencés en des rangs successifs passant entre les tubes principaux, chaque rang de tubes secondaires étant agencé de manière orthogonale par rapport au suivant, chaque rang de tubes secondaires étant agencé de manière orthogonale par rapport aux tubes principaux, **caractérisé en ce que** chaque rang de tubes secondaires est à proximité étroite des tubes principaux, et sans contact avec ceux-ci, et un trajet d'écoulement de fluide destiné à un fluide intermédiaire est défini autour des tubes principaux et secondaires, et s'étendant à travers les interstices situés entre ceux-ci.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les tubes de transfert de chaleur secondaires sont agencés de telle sorte que deux rangs de tubes secondaires adjacents ou plus, dans une direction parallèle aux tubes principaux, sont agencés dans la même direction, en amont de groupes successifs de rangs de tubes de manière orthogonale par rapport à ceux-ci.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, en utilisation, le fluide principal est adapté pour s'écouler à l'intérieur des tubes principaux, et le fluide intermédiaire s'écoule à l'extérieur des tubes dans une direction généralement parallèle au fluide principal, dans des directions dans le sens du courant ou à contre-courant.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'écoulement du fluide secondaire est adapté pour être généralement

transversal à la direction d'écoulement des fluides principal et intermédiaire.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'espacement entre les tubes principaux et secondaires est au plus 0,5 fois le diamètre extérieur de tube secondaire.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'espacement entre chaque rang successif de tubes secondaires se trouve dans la plage allant de 0 à 0,5 fois le diamètre extérieur de tube secondaire.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les tubes secondaires sont ancrées les uns sur les autres.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les tubes secondaires sont ancrées sur des éléments supplémentaires.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les tubes principaux et secondaires sont profilés pour améliorer le transfert de chaleur.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les tubes principaux et secondaires contiennent des pièces rapportées ou des dispositifs pour améliorer le transfert de chaleur.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les tubes principaux et secondaires sont adaptés pour contenir le même fluide.

12. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel les tubes principaux et secondaires sont connectés en série ou en parallèle.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel les tubes secondaires sont adaptés pour contenir différents flux de fluide s'écoulant dans les mêmes directions, ou dans des directions inverses ou transversales.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les formes de pièce rapportée entourent les tubes principaux et secondaires selon une manière régulière ou aléatoire pour améliorer le transfert de chaleur.