



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: F 28 F 27/02
F 22 D 3/00
F 01 K 3/26

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

640 631

⑳① Gesuchsnummer: 5735/79

⑦③ Inhaber:
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,
Baden

⑳② Anmeldungsdatum: 20.06.1979

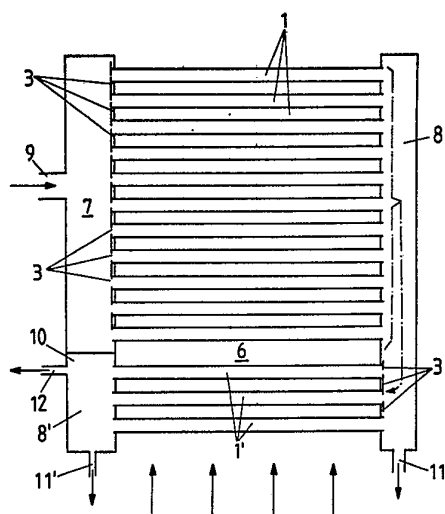
⑳④ Patent erteilt: 13.01.1984

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.01.1984

⑦② Erfinder:
Helmut Lang, Wettingen
Peter Wollschlegel, Untersiggenthal

⑤④ Wärmeaustauscher.

⑤⑦ Um bei Wärmeaustauschern, deren Rohre zu mindestens zwei horizontalen Bündeln zusammengefasst sind, wobei die Rohre von Heizdampf durchflossen und mit Arbeitsmittel umströmt werden, die unterschiedliche Belastung der vom Heizdampf durchströmten Rohre zu verringern, wird vorgeschlagen, dass an den Eintrittsöffnungen der vom Heizdampf durchströmten Rohre (1) Blenden (3) mit verschiedenen Einlassquerschnitten (4) so angeordnet sind, dass in jedem Rohrbündel die Einlassquerschnitte (4) in Strömungsrichtung des aufzuheizenden Arbeitsmittels kleiner werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Wärmeaustauscher, dessen Rohre zu mindestens zwei horizontal angeordneten Bündeln zusammengefasst sind, wobei in den Rohren Heizdampf und um die Rohre ein aufzuheizendes Arbeitsmittel strömt, wobei die Rohrbündel vom Heizdampf in Serie durchströmt und vom Arbeitsmittel in Serie umströmt sind, bei dem die einzelnen Bündel stromaufwärts mit einer Verteilkammer und stromabwärts mit einer entwässerbaren Sammelkammer verbunden sind und wobei ferner die einzelnen Rohrbündel unterschiedliche Wärmeaustauschflächen aufweisen, derart, dass der Heizdampfströmungsquerschnitt der Rohrbündel in Strömungsrichtung des Heizdampfes abnimmt, dadurch gekennzeichnet, dass an den Eintrittsöffnungen der vom Heizdampf durchströmten Rohre (1) Blenden (3) mit verschiedenen Einlassquerschnitten (4) so angeordnet sind, dass in jedem Rohrbündel die Einlassquerschnitte (4) in Strömungsrichtung des aufzuheizenden Arbeitsmittels kleiner werden.

2. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blenden (3) aus einem geschlitzten zylindrisch ausgebildeten Blendenkörper mit einem die Blendenöffnung (4) aufweisenden Kragen (13) bestehen, wobei der Aussendurchmesser des Kragens grösser als der Rohrrinnen-durchmesser ist.

3. Wärmeaustauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenoberfläche des Blendenkörpers (3) zur Vermeidung von Strömungsablösungen an der Austrittskante konisch ausgebildet ist.

4. Wärmeaustauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an der Aussenoberfläche des Blendenkörpers (3) eine an den Kragen (13) anschliessende Hinterdrehung (17) vorgesehen ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmeaustauscher, dessen Rohre zu mindestens zwei horizontal angeordneten Bündeln zusammengefasst sind, wobei in den Rohren Heizdampf und um die Rohre ein aufzuheizendes Arbeitsmittel strömt, wobei die Rohrbündel vom Heizdampf in Serie durchströmt und vom Arbeitsmittel in Serie umströmt sind, bei dem die einzelnen Bündel stromaufwärts mit einer Verteilkammer und stromabwärts mit einer entwässerbaren Sammelkammer verbunden sind und wobei ferner die einzelnen Rohrbündel unterschiedliche Wärmeaustauschflächen aufweisen, derart, dass der Heizdampfströmungsquerschnitt der Rohrbündel in Strömungsrichtung des Heizdampfes abnimmt.

Derartige dampfbeheizte Wärmeaustauscher, beispielsweise zur Überhitzung von Hochdruckturbinenabdampf in nuklear beheizten Satteldampf-Turbinenanlagen, bei welchen zur Erzielung höchster Wärmedurchgangsraten und Betriebssicherheit der wärmeabgebende Heizdampf in mehreren Durchgängen kondensiert wird, sind bekannt (DE-OS 22 00 916). Bei jedem Durchgang wird dabei nur so viel Heizdampf kondensiert, dass selbst für das am ungünstigsten angeordnete Rohr die Dampf-/Kondensatströmung am Rohrende keine Instabilitäten aufweist, die zu periodischen Schwankungen der Rohrwandtemperatur und damit zu Langzeitschäden an den Rohren oder der Verbindung Rohr/Rohrboden führen können. Das anfallende Kondensat wird aus dem in den nächsten Durchgang strömenden Heizdampf ausgeschieden, um weder den Wärmedurchgang zu schmälern, noch den Druckverlust bei der Durchströmung der Rohre des folgenden Durchganges anzuheben. Derartige Wärmetauscher können entweder aus Geradrohren oder aus U-Rohren bestehen, wobei letztere den Vorteil haben, dass

die geringfügig unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen der Rohre besser beherrscht werden können.

Zur gezielten Heizdampfdrosselung sind bereits Lochplatten vorgeschlagen worden, welche auf der Eintrittsseite jedes Rohrbündels montiert werden.

Die Nachteile derartiger Lochplatten bestehen darin, dass eine Dichtung zwischen den einzelnen Rohrreihen nicht erreicht wird, da die Raupen der Rohreinschweissungen unterschiedlich vorstehen. Es entstehen undefinierte Bypässe. Weiterhin muss die Platte beweglich fixiert werden, da sonst unzulässig hohe thermische Spannungen entstehen. Die Platte ist ferner so gross, dass sie nach dem Aufschweissen der Dampfkammer nicht mehr ohne Zerstückelung daraus entfernt werden kann.

Weiterhin wurden bereits Rohrabschnitte, die in die Zwischenüberhitzerrohre am Eintritt eingeführt werden, verwendet. In der Längenmitte ist der «Insert» geteilt und eine Lochblende ist eingeschweisst.

Nachteilig bei dieser Anordnung ist, dass der Insert nicht mehr ohne weiteres entfernt werden kann, wodurch eine Inspektion der Rohrrinnenseite praktisch verunmöglicht wird, und derartige Inserts sind teuer in der Herstellung.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Drosselanordnung für einen Wärmeaustauscher zu schaffen, durch welche die Anzahl der Heizdampfdurchgänge ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit verringert werden kann, und zwar durch Anpassung der Heizdampfdurchströmrate an die jeweilige thermische Belastung der Rohre. Weiterhin soll die Drossel einfach und billig herstellbar und leicht zu montieren und zu demontieren sein.

Die vorgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass an den Eintrittsöffnungen der vom Heizdampf durchströmten Rohre Blenden mit verschiedenen Einlassquerschnitten so angeordnet sind, dass in jedem Rohrbündel die Einlassquerschnitte in Strömungsrichtung des aufzuheizenden Arbeitsmittels kleiner werden.

Durch das Vorschalten von Blenden kann die Heizdampfströmungsrate genau der thermischen Belastung (ΔT) des jeweiligen Rohres so angepasst werden, dass die Spüldampftrate aus dem Rohr gerade nur der minimal erforderlichen Durchsatzrate entspricht. Da die Gesamtdruckverluste für den Kondensationsvorgang sehr gering sind, ist der thermodynamische Verlust zufolge der Drosselung vernachlässigbar gering. Gleichzeitig wird dadurch eine Minimalisierung der Anzahl Heizdampfdurchgänge ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit des Apparates durch Anpassung der Heizdampfdurchströmrate an die jeweilige thermische Belastung der Rohre erzielt.

Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes bestehen die Blenden aus einem geschlitzten zylindrisch ausgebildeten Blendenkörper mit einem mit der Blendenöffnung versehenen Kragen, dessen Aussendurchmesser grösser als die Rohreintrittsöffnung ist.

Weiterhin kann die Oberfläche des Blendenkörpers zur Vermeidung von Strömungsablösungen an der Austrittskante konisch ausgebildet sein. Ferner kann an der Aussenoberfläche des Blendenkörpers eine an den Kragen anschliessende Hinterdrehung vorgesehen sein.

Durch die Anordnung der Blende vor dem Rohreintritt ist eine der Blende vorangehende Beruhigungsstrecke nicht mehr erforderlich, und bei der Auslegung des Wärmeaustauschers ist eine genauere Druckabfallrechnung, mit einer von der Dampfdurchströmgeschwindigkeit unabhängigen Durchflusszahl möglich. Die geschlitzte zylindrische Form der Blendenkörper erlaubt durch deren Eigenelastizität einen Ausgleich von thermischen Dehnungsdifferenzen. Ferner können die Blendenkörper, bedingt durch deren einfache Geometrie

billig und präzise hergestellt werden. Auch können die erfindungsgemässen Blendenkörper einfach durch Einschlagen in die Rohreintrittsöffnungen montiert werden. Durch entsprechend einfache Demontage ist eine Inspektion der Rohrin-nenseite und der Rohrverbindungsstelle mit dem Rohrboden ohne grossen vorangehenden Aufwand möglich. Ebenfalls erlaubt dieses Blendenprinzip eine schnelle Anpassung an geänderte Betriebsbedingungen, sofern zuviel oder zuwenig Spüldampf vorhanden sein sollte (Verfügbarkeit).

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes vereinfacht dargestellt.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Blendeneinbaus, wobei die Heizdampfströmungsrate an die thermische Belastung der Rohre angepasst ist,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Wärmeaustauscherbündel mit eingesetzten Blenden,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe Blende.

Gemäss Fig. 1 sind mit 1 die Rohre eines als Überhitzer ausgebildeten Wärmeaustauschers 6 dargestellt, an deren Heizdampfeintrittsenden 2, Blenden 3 mit verschiedenen grossen Blendenöffnungen 4 eingesetzt sind. Durch die Vorschaltung von Blenden 3 mit verschiedenen grossen Blendenöffnungen 4 können die schwächer belasteten Rohre entsprechend der in der Zeichnung dargestellten Länge der Pfeile 5, welche die Heizdampfströmungsrate wiedergeben, der thermischen Belastung ΔT so angepasst werden, dass die Spüldampf rate aus jedem Rohr 1 gerade des minimal notwendigen entspricht.

In der Fig. 2 sind mit 1 wiederum die zu Bündeln zusammengefassten Rohre eines mit zwei Durchgängen versehenen Überhitzers 6 bezeichnet, welche eine Verteilkammer 7 mit Sammelkammern 8, 8' verbinden. In der Verteilkammer 7 ist ein Heizdampfeintritt 9 angeordnet und die Verteilkammer 7 ist von der Sammelkammer 8' durch eine Trennwand 10 abgeteilt. Die Sammelkammern 8, 8' weisen je eine Kondensatabflussöffnung 11, 11', sowie die Sammelkammer 8' noch einen Spüldampfaustritt 12 auf. An den Eintrittsöffnungen der Rohre 1, 1' sind die Blenden 3 angeordnet, welche an den schwächer belasteten Rohren einen kleineren Eintrittsquerschnitt aufweisen, als an den thermisch hochbelasteten Rohren.

Die in der Fig. 3 dargestellte Blende 3 ist vorzugsweise aus rostfreiem Stahl angefertigt und besteht aus einer geschlitzten zylindrischen Hülse 14, welche eintrittsseitig eine definierte Blendenöffnung 4 aufweist, wodurch in den einzelnen Rohren 1 ein entsprechender Druckabfall eingestellt werden kann. Die Blendenöffnung 4 wird von einem Kragen 13 umschlossen, welcher über die zylindrische Hülse 14 des Blendenkörpers hinausragt. Die zylindrische Hülse 14 wird bis zu diesem Kragen 13 in das jeweilige Rohr eingeschoben. Vorzugsweise weist die zylindrische Hülse 14 einen etwas grösseren Durchmesser als der Rohrinnendurchmesser des Zwischenüberhitzers auf. An der Hülse ist ein Schlitz 15 angeordnet, wodurch eine elastische Verformung der zylindrischen Hülse 14 beim Einschlagen in die Rohre 1, 1' erfolgen kann und welcher ein Festklemmen der Blende 3 im Rohreinlauf bewirkt. Am Austrittsende der zylindrischen Hülse 14 ist eine facettenartige Abschrägung 16 vorgesehen, durch welche das Einsetzen in die Rohre 1, 1' vereinfacht und Beschädigungen deren Innenoberfläche vermieden werden. Am Aussenumfang der zylindrischen Hülse 14 ist hinter dem Kragen 13 eine Hinterdre-hung 17 angebracht, wodurch gewährleistet wird, dass die Blende 3 nur mit der austrittsseitigen Hälfte im Rohreinlauf anliegt, so dass der erforderliche Federweg ohne plastische

Deformation gewährleistet ist. Die Blendenöffnung 4 mündet über eine plötzliche Querschnittserweiterung 18 in den inneren zylindrischen Teil der Hülse 14, welchem ein sich konischer erweiternder Teil 19 anschliesst. Dadurch wird eine Abreisskante am Blendenaustritt vermieden, welche erosionsgefährdende Wirbel generieren könnte.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemässen Blendenanordnung ist folgende:

Die Temperaturdifferenz nimmt zwischen Heiz- und Arbeitsdampf in der Strömungsrichtung des letzteren ab. Innerhalb eines Durchganges gibt es daher immer Rohre mit grosser und solche mit kleiner Temperaturdifferenz. Von der Temperaturdifferenz ist auch die ausgetauschte Wärme abhängig, so dass in den Rohren mit grossen ΔT mehr Heizdampf kondensieren kann als in solchen mit kleinem ΔT . Unter der Voraussetzung, dass der Heizdampf-Druckverlust, welcher für Rohre eines Rohrbündels gleich gross sein muss, proportional dem Heizdampfdurchsatz ist, so lässt sich in den stärker belasteten Rohren mit grossem ΔT gerade die minimal notwendige Spüldampf rate einstellen, während in weniger belasteten Rohren wesentlich mehr unkondensierter Heizdampf wieder auftritt, als zur Betriebssicherheit notwendig wäre.

Auf seinem Wege durch die Rohre der Bündel 1, 1' strömt der Heizdampf durch die Rohrbündel 1, 1' (in der Zeichnung) von oben nach unten. Der Arbeitsdampf strömt im Gegenstrom dazu um die Rohre der Bündel von unten nach oben, wie durch die Pfeile veranschaulicht ist. Durch das Gegenstromprinzip innerhalb eines Elementes trifft der kälteste Arbeitsdampf zuerst auf jenen Restteil des Heizdampfes, der am meisten mit nicht-kondensierbaren Gasen angereichert ist und den tiefsten Druck und damit die tiefste Temperatur aufweist. Nichtkondensierter Dampf und nichtkondensierbare Gase werden beim Spüldampfaustritt 12 abgezogen.

In der beispieelsweisen Darstellung der Fig. 2 ist ein mit zwei Durchgängen 1, 1' versehener Überhitzer 6 gezeigt, bei welchem durch den Heizdampfeintritt 9 Dampf in die Verteilkammer 7 gelangt, von wo er in die einzelnen Rohre 1 gelangt. An den Eintrittsöffnungen der Rohre 1 sind die Blenden 3 angeordnet, und zwar derart, dass an den Rohrein-tritten der Rohre 1 mit der niedrigsten thermischen Belastung Blenden 3 mit einer kleinen Blendenöffnung 4 angeordnet sind, d.h. der Dampfdurchtritt durch diese Rohre wird kleiner, so dass auch die Menge des nichtkondensierten Dampfes geringer ist ohne dass die Gefahr einer Blockierung des Dampfdurchflusses durch Kondensat besteht. Nach dem Durchströmen der Rohre 1 gelangt der Heizdampf in die Sammelkammer 8 und wird in den zweiten Durchgang des Überhitzers 6 gemäss den strichpunktierten Linien geleitet. Vor dem Eintritt in die Rohre 1' sind wiederum Blenden 3 mit an den einzelnen Rohren 1' verschiedenen grossen Blendenöffnungen angeordnet. Nach dem Durchströmen der Rohre 1' gelangt der verbleibende nichtkondensierte Heizdampf über die Sammelkammer 8' zum Spüldampfaustritt 12. Das in den Sammelkammern 8, 8' angesammelte Kondensat wird durch die Kondensatabflussöffnungen 11, 11' abgeführt.

Während der Heizdampf, wie in der Zeichnung beispielsweise dargestellt, die Rohre 1, 1' des Überhitzers 6 in horizontaler Richtung durchströmt, werden die Rohre 1, 1' in vertikaler Richtung (entsprechend durch Pfeile angedeutet) vom Arbeitsdampf umspült, welcher dort aufgeheizt wird, d.h. Arbeitsdampf und Heizdampf strömen relativ zueinander im Kreuzgegenstrom.

Durch die Möglichkeit der Kontrolle der Heizdampfdurchströmung kann die Anzahl Durchgänge von üblicherweise 3 auf 2 reduziert werden.

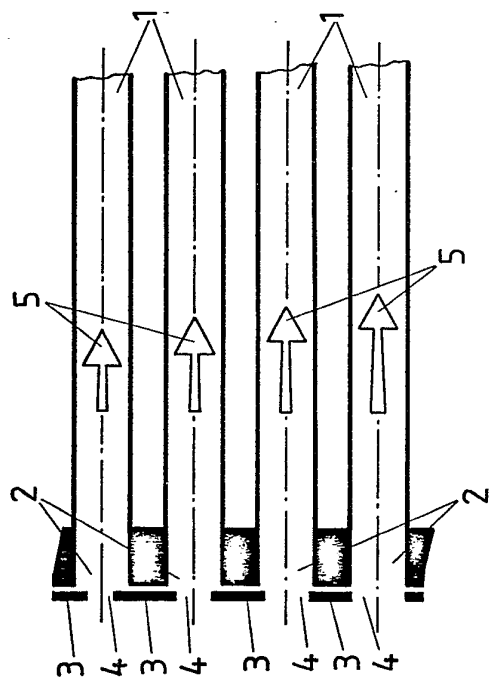


FIG. 1

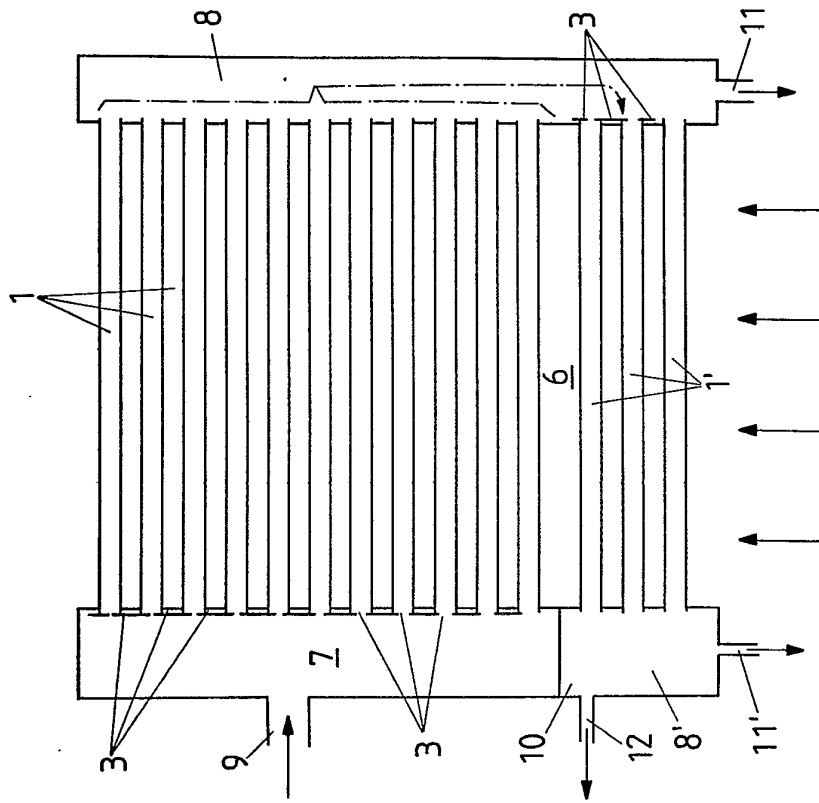


FIG. 2

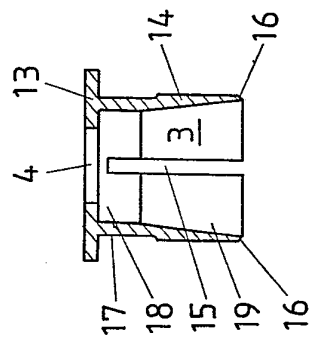


FIG. 3