



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 11 079 B4 2007.05.03**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 11 079.4**
 (22) Anmeldetag: **13.03.2002**
 (43) Offenlegungstag: **25.09.2003**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **03.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F22B 7/16 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Schoppe, Fritz, Dr.-Ing., 82057 Icking, DE

(74) Vertreter:
Kroher, Strobel Rechts- und Patentanwälte, 80336 München

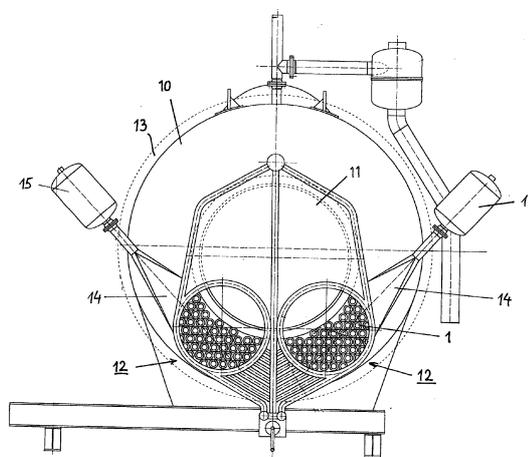
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 35 41 887 C2
DE 196 47 102 A1
DE 25 27 618 A1
US 51 33 299 A
US 12 20 438 A
EP 06 26 273 B1

(54) Bezeichnung: **Kühler für heiße, staubhaltige Gase**

(57) Hauptanspruch: Kühler für heiße, staubhaltige Gase, enthaltend ein Bündel aus einer Vielzahl von Rohren vom Innendurchmesser d_i , deren Einlaufenden an einer gemeinsamen, mit Einlauföffnungen versehenen Platte befestigt sind, wobei die Einlauföffnungen verrundete Ränder aufweisen und nahe der Oberfläche der Vorderseite der Platte wenigstens eine Strahldüse angeordnet ist, die mit einem Druckluftstoßgerät verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß

die Ausrundung einer jeden Einlauföffnung in der Platte (2) von zwei Krümmungsradien R_1 und R_2 bestimmt ist, wobei ein von dem ersten Krümmungsradius R_1 gebildeter Bogen (6) tangential in die Innenwand des sich in die Einlauföffnung anschließenden Rohres (1) mündet und sich von dort ausgehend in Richtung auf die Vorderseite der Platte (2) über einen Bogen von etwa 34° erstreckt und sich an diesen Bogen tangential der zweite Bogen mit dem Radius R_2 anschließt, der tangential in die Oberfläche der Vorderseite der Platte (2) übergeht, wobei für die Radien gilt:
 $R_1 = 0,47 \dots$



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Kühler für heiße, staubhaltige Gase, enthaltend ein Bündel aus einer Vielzahl Rohren, die sich von der Rückseite einer gemeinsamen Platte erstrecken, die mit den Rohrachsen koaxiale Öffnungen aufweist, wobei der Einlauf in die Rohre jeweils einen verrundeten Rand aufweist.

Stand der Technik

[0002] Ein Kühler der vorgenannten Art ist aus EP 0 629 273 B1 bekannt. Bei diesem Kühler sind die Rohre an ihrem Einlaufende trompetenartig mit einem konstanten Krümmungsradius r über eine axiale Distanz von annähernd r erweitert, wobei das Verhältnis dieses Krümmungsradius r zum Radius R des Rohrquerschnitts größer als 0,3 ist und vorzugsweise zwischen 0,5 und 0,8 liegt.

[0003] Aus US 1 220 438 A ist ein Rohrkühler bekannt, bei dem die Einlaufenden der Rohre durch in sie eingesteckte, am äußeren Ende umgebördelte Hülsen, vom Patentinhaber wegen ihrer Form und Verwendung "Fingerhut" genannt, gegen den direkten Einfluss der Flammgase geschützt sind. Angaben über Krümmungsradien und Betriebsparameter werden nicht gemacht.

[0004] Der Einlaufbereich in die Rohre eines solchen Kühlers ist besonders kritisch im Hinblick auf Ablagerungen, wenn die zu kühlenden heißen Gase Stäube enthalten, beispielsweise Aschestäube. Das soll am Beispiel von Abgasen der Verbrennung von rheinischem Braunkohlenstaub beschrieben werden. Letzterer ist der in Deutschland meistverwendete Fertigstaub für Industriefeuerungen, beispielsweise für Flammrohrkessel.

[0005] Solche Flammrohrkessel haben einen Feuerraum, das Flammrohr, aus dem die aschehaltigen Verbrennungsabgase mit einer Temperatur von zumeist zwischen 800°C und 1000°C austreten. Die Abgase passieren eine Umlenkammer und treten dann in den ersten Rohrzug eines Kühlers zur weiteren Abkühlung ein. Stand der Technik ist, daß die Rohre des ersten Rohrzugs eintrittseitig in eine Stirnplatte eingeschweißt sind, die etwa 30 bis 60 mm dick ist. Oft ist die Rohrinnenkante am Einlauf gebrochen oder ausgerundet, um den Strömungswiderstand zu verringern. Bei Öl- und Gasfeuerungen hat sich diese Bauart bewährt.

[0006] Bei der Verfeuerung von aschehaltigem Brennstaub zeigte es sich jedoch, daß der an den Rohreinläufen immer vorhandene Strömungsabriß an der inneren Vorderkante des Rohres zur Bildung von bartähnlichen Ablagerung von Asche führte, der binnen weniger Tage den Rohreintritt verstopfte und

nur schwer zu entfernen war. Zwar liegt die Asche der genannten Braunkohle am Ende des Feuerraums als fein verteilte Oxide vor, wie CaO, SiO₂, Al₂O₃ usw., deren Schmelzpunkt weit oberhalb von 1500°C liegt, so daß bei einer Abgastemperatur von 800°C bis 1000°C eigentlich nichts Nachteiliges geschehen dürfte, auch nicht in der stark verwirbelten Zone eines Strömungsabrisses. Es hat sich aber gezeigt, daß wenn sich im Rohreintritt erst einmal eine Staubschicht abgelagert hat, es nur noch eine Frage von wenigen Stunden ist, bis beispielsweise gleichzeitig vorhandenes CaO und SiO₂ eineutektisches Gemisch bilden, dessen Schmelzpunkt dann weit unterhalb von 800°C liegen kann, vor allem wenn weitere Verunreinigungen im Aschestaub vorhanden sind. Es entsteht daraus im Rohreinlauf ein harter, schwer zu entfernender Belag, der den Betrieb behindert.

[0007] Als Abhilfe ist in der genannten EP 0 629 273 B1 beschrieben, den Einlauf an den Rohren des Kühlers durch trompetenartige Aufweitung der Rohrenden, die in der tragenden Stirnplatte verschweißt sind, so zu verrunden, so daß die Strömung aus der Umlenkammer sich beim Eintritt in den Rohrzug des Kühlers zügig und ohne unzulässig starke Umlenkungen beschleunigt. In der Tat konnten mit der beschriebenen Konstruktion die Ablagerungen im Rohreinlauf vermieden werden. Wegen des großen Durchmessers der Trompeteneinläufe wurde allerdings zwangsläufig der gegenseitige Abstand der Rohre des den Kühler bildenden Rohrbündels größer, was den Raumbedarf des Rohrbündels auf etwa das Fünffache der Rohrinnenquerschnitte anwachsen ließ, was eine entsprechend größere Kesseltrommel und damit höhere Gesamtkosten verursachte.

[0008] In dieser Hinsicht stellt sich zusätzlich das Problem, daß man Kessel nicht beliebig vergrößern kann, wenn sie noch transportabel sein sollen, denn die Straßenquerschnitte sind vor allem durch Unterführungen und Bahnfahrleitungen in der Höhe so beschränkt, daß Einheiten von mehr als 4,30 m Höhe nicht mehr transportiert werden können.

[0009] Man könnte daran denken, den erforderlichen Durchmesser des trompetenartigen Einlaufs mit den bekannten Rechenverfahren der Grenzschichttheorie zu minimieren. Dieses führt jedoch zu einem erheblichen mathematischen Aufwand für die verschiedenen Rohrdurchmesser und Betriebstemperaturen sowie auf eine schwierig herzustellende Kontur des Einlaufs.

Aufgabenstellung

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kühler der eingangs genannten Art anzugeben, der kompakt aufgebaut ist und die Ablagerung von Staub an den Rohreintritten vermeidet.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Bei dem erfindungsgemäßen Kühler ist die Kontur des Einlaufs jedes Rohres von nur zwei Radien bestimmt, die zum Innendurchmesser des Rohres in einer Beziehung stehen. Die erfindungsgemäße Lösung kommt dem Ziel der Minimierung des Einlaufdurchmessers sehr nahe und hat den Vorteil der werkstattmäßig einfachen Herstellung.

[0013] In der Praxis tritt bei der Verbrennung von Kohlenstaub, insbesondere von rheinischem Braunkohlenstaub, noch ein zweites Problem auf, auch wenn Ablagerungen in den Rohreinläufen vermieden sind. Es kann nämlich gelegentlich im Braunkohlenstaub Überkorn vorhanden sein. Das sind nicht ausreichend fein ausgemahlene Körner, die noch nicht vollständig ausgebrannt sind, wenn sie zum Rohreintritt gelangen. Sie sind dort noch teigig und neigen zu Anbackungen. Diese treten auf den ebenen Flächen der die Rohre haltenden Stirnplatte zwischen den Rohreinläufen auf und können so groß werden, daß sie die Strömung in den Rohreinlauf stören. Um dieses zu vermeiden, ist gemäß der Erfindung wenigstens eine mit einem Druckluftstoßgerät verbundene Strahldüse nahe der Oberfläche der Vorderseite der die Rohre tragenden Platte angeordnet, mit deren Hilfe Ablagerungen von der Platte weggeblasen werden können. Dabei genügt es, wenn Druckluftstöße ein- oder zweimal pro Stunde auf die Platte gerichtet werden. Diese Druckluftstöße sollten vorzugsweise tangential gerichtet sein und die volle Fläche der Platte erfassen. Gegebenenfalls sind mehrere Strahldüsen vorgesehen, deren Strahlbereiche zusammen die gesamte Oberfläche der Platte überdecken.

[0014] In EP 0 629 273 B1 sind die Einläufe der Rohre durch Aufweitung der Rohre an einem ihrer Enden ausgebildet. Die Aufweitung der Rohre ist sehr schwierig herzustellen, weil die Rohre eine relative große Wanddicke aufweisen und im Vergleich dazu einen kleinen Durchmesser haben. Durch das Aufweiten der Rohrenden reduziert sich dort deren Wanddicke. Sie darf aus Festigkeitsgründen 4 mm nicht unterschreiten, was bedeutet, daß die Wanddicke der unverformten Rohre im Bereich von 8 mm liegen muß. Die Verformung eines so dicken Materials bei einem Rohrrinnendurchmesser, der im Bereich von 80 mm liegt, erfordert den Einsatz schwerer Maschinen. Das Rohr ist bei der Verarbeitung in ein drehendes Futter eingespannt, es muß daher in der Werkstatt hinter diesem Futter ein freier Arbeitsraum von 8 m Länge verfügbar sein, was nachteilig ist. Zur Vermeidung dieses Platzbedarfs ist daher schon vorgeschlagen worden, die Einlaufbereiche der Rohre als gesonderte, kurze Teile herzustellen, die dann an unverformte Rohre angeschweißt werden. Hierzu ist

es erforderlich, die Schweißnaht im Inneren des Rohres peinlich zu glätten, um Strömungsabrissse zu vermeiden. In jedem Fall sind gewalzte Oberflächen nicht mit der gewünschten geringen Oberflächenrauigkeit herstellbar, die eine Wirbelbildung absolut ausschließt.

[0015] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist daher vorgesehen, daß die Ausrundung des Einlaufbereiches jedes Rohres in der die Rohre haltenden Platte ausgebildet ist mit der Folge, daß die Rohre von hinten an die Platte angesetzt und mit dieser verschweißt sind. Bei der Herstellung erhält die Platte zunächst die erforderliche Anzahl von Bohrungen. An deren Rückseite werden dann Erweiterungen an den Bohrungen zur Aufnahme der Rohrenden und der Schweißnähte frei gefräst. An der Vorderseite der Platte wird durch spanabhebende Bearbeitung die gewünschte Einlaufkontur an den Rändern der Bohrungen erhalten. Da die Platte aus Festigkeitsgründen in der Praxis eine Dicke von wenigstens 50 mm aufweist, ist die Ausformung der ausgerundeten Einlaufbereiche kein Problem. Der Vorteil der geometrisch einfachen Kontur der Einlaufbereiche ist, daß die Ausrundungen mit verhältnismäßig einfach herzustellenden Werkzeugen erzeugt werden können, die auch auf einfache Weise nachgeschliffen werden können.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf ein in den Zeichnungen dargestelltes Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt:

[0017] [Fig. 1](#) im Axialschnitt den Einlaufbereich eines einzelnen Rohres eines erfindungsgemäßen Kühlers, und

[0018] [Fig. 2](#) eine Stirnansicht eines Kessels mit zwei erfindungsgemäßen Kühlern im Radialschnitt.

Ausführungsbeispiel

[0019] [Fig. 1](#) zeigt die erfindungsgemäße Ausführung eines Rohreinlaufs, der eine Ausrundung aufweist, die durch zwei aneinander anschließenden Kreisbögen bestimmt ist. Man erkennt in [Fig. 1](#) das einlaufseitige Ende eines Rohres **1**, das an einer Stirnplatte **2** angebracht ist, die eine für dieses Rohr **1** bestimmte Öffnung aufweist, die koaxial zur Rohrachse O ist. Die Öffnung ist vorzugsweise eine Bohrung und weist einen Innendurchmesser auf, der dem Innendurchmesser d_i des Rohres **1** entspricht. Weiterhin hat die Bohrung an der Rückseite der Stirnplatte **2** eine Erweiterung vom Durchmesser d_b , der etwa 0,2 mm größer ist, als der Außendurchmesser d_a des Rohres **1**. Die Erweiterung hat eine axiale Länge, die zum sicheren Halten eines eingesteckten Rohrendes ausreichend ist. Beispielsweise beträgt sie bei einem Rohraußendurchmesser d_a von 90 mm etwa 10 bis 12 mm. Diese Erweiterung endet in einer schräg ver-

laufenden Ringschulter **3**. Die Ringschulter **3** bildet mit der Stirnseite des Rohres **1** eine im Querschnitt keilförmige Nut, die von einer Schweißraupe **4** ausgefüllt ist. Die Erweiterung, in der das Rohr **1** sitzt, ist auf ihrem inneren Teilabschnitt zylindrisch und erweitert sich zur Rückseite der Stirnplatte **2** konisch, so daß zwischen der Platte **2** und der Außenwand des Rohres **1** eine im Querschnitt keilförmige Ringnut ausgebildet wird, die von einer Schweißraupe **5** ausgefüllt ist.

[0020] An der Vorderseite der Stirnplatte, d. h. vor dem Ende des Rohres **1**, ist die Öffnung verrundet, und zwar zunächst mit einem Radius R_1 , dessen von ihm bestimmter Kreisbogen **6** sich über einen Winkel α von im Beispiel etwa 34° erstreckt, und dann mit einem zweiten, kleineren Radius R_2 , dessen von ihm bestimmter Kreisbogen **7** einenends tangential an den Bogen **6** anschließt und anderenends in die Vorderfläche der Stirnplatte **2** tangential übergeht. Dieser zweite Bogen **7** vom Radius R_2 erstreckt sich somit über etwa 56° .

[0021] In Weiterbildung der vorliegenden Erfindung schließt sich unmittelbar an das in die Vorderseite der Platte **2** tangential übergehende Ende des zweiten Bogens **7** der entsprechende Bogen **7** der Verrundung des Einlaufs des nächstbenachbarten Rohres **1** an, mit anderen Worten, die beiden benachbarten Enden der zweiten Bögen **7** bilden an ihrer nächstkommenden Stelle einen Scheitelpunkt, wobei die Scheitelpunkte der Einläufe von benachbarten Rohren einen Teilungsabstand t haben. Bei den von der Erfindung angegebenen Maßverhältnissen zwischen Verrundungen und Rohrdurchmesser ergibt sich ein Teilungsabstand t , der etwa das 1,4-fache des äußeren Rohrdurchmessers ist.

[0022] Im praktischen Beispiel hat das Rohr **1** einen Innenrohrdurchmesser d_i von 80,9 mm, einen Außendurchmesser von 90,1 mm und trägt der Teilungsabstand t 126 mm. Die Stirnplatte **2** ist 55 mm dick und das Rohr **1** ist etwa 11 mm tief von der Rückseite her in die Stirnplatte **2** eingesetzt. Der größere Verrundungsradius R_1 beträgt 70 mm, während der kleine Verrundungsradius R_2 13 mm ist. Der Übergang zwischen dem Bogen **6** des Verrundungsradius R_1 und dem Rohr **1** an der Schweißraupe **3** ist sauber verschliffen, um Wirbelbildungen zu vermeiden.

[0023] Zur Herstellung der Öffnungen in der Platte werden diese zunächst zylindrisch gebohrt und dann von der Rückseite mit Spezialfräsern zur Aufnahme der Rohrenden und Schweißraupen ausgedreht. An der Vorderseite werden die Öffnungen mit Drehwerkzeugen entsprechend gestalteter Kontur ausgedreht, um die Verrundungen zu erzeugen. Da die Verrundungen nur durch zwei Radien bestimmt sind, sind die Drehwerkzeuge entsprechend leicht herstellbar und nachschleifbar.

[0024] Mit den gegebenen Zahlen ist das Querschnittsverhältnis vom größten Einlaufdurchmesser, der vom Teilungsabstand t bestimmt ist, zum Rohrendurchmesser d_i gleich $(126 : 80,9)^2 = 2,43$. Der Flächenbedarf ist also nur noch etwa halb so groß wie bei dem trompetenartigen Einlauf nach dem Stand der Technik.

[0025] Versuche zeigten, daß die Strömung auch dann nicht abriß, wenn die Oberflächen, die von den Bögen **6** und **7** bestimmt sind, Bearbeitungsriefen oder Rostspuren aufwiesen, was sich im Kesselbau häufig nicht verhindern läßt. Die in [Fig. 1](#) gezeigte und vorstehend beschriebene Formgebung des Einlaufs hält also noch einen Sicherheitsabstand bis zum Strömungsabriß.

[0026] Bei einem Versuch mit $R_1 = 50$ mm und korrosionsrauer Oberfläche wurden Strömungsabriss beobachtet. Offenbar ist $R_1 = 50$ mm für ein Rohr mit den Abmessungen $88,9 \times 4$ mm bereits zu klein. Die Grenze liegt also oberhalb von 50 mm. Das Maß $R_1 = 70$ mm enthält damit im vorliegenden Beispiel eine Sicherheitsreserve von ca. 20%.

[0027] Für andere Rohrdurchmesser als derjenige, der dem erläuterten Beispiel zugrunde liegt, sind alle anderen Abmessungen proportional zu verändern, also: $R_1 : d_i = 70 : 80,9 = 0,865$ $R_2 : d_i = 13 : 80,9 = 0,161$

[0028] Man erhält damit für alle Rohrdurchmesser und Gastemperaturen eine abrissfreie Einströmung in die Rohre des Kühlers und damit sauber bleibende Rohreinläufe.

[0029] Die durch Überkorn gegebenenfalls auftretende Probleme lassen sich mit den schon erwähnten Druckluftstößen beherrschen.

[0030] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische stirnseitige Ansicht eines Flammrohrkessels, der zwei Kühler der vorliegenden Erfindung enthält.

[0031] Man erkennt einen Kessel **10**, in dem sich zentrisch ein Flammrohr **11** befindet. Unterhalb des Flammrohrs **11** sind nebeneinander zwei erfindungsgemäße Kühler angeordnet, die jeweils insgesamt mit **12** bezeichnet sind und von denen die Stirnseiten zu sehen sind, die die Einläufe von Kühlrohren **1** aufweisen. Der Kessel **10** ist von einer Isolierung **13** umgeben. Der Stirnplatte jedes Kühlers **12** ist jeweils eine Flachstrahldüse **14** zugeordnet. Jede Flachstrahldüse **14** ist an ein Druckluftstoßgerät **15** angeschlossen. Ggf. kann ein Druckluftstoßgerät **15** beide Flachstrahldüsen **14** versorgen. Die Einrichtung zur Steuerung der Druckluftstoßgeräte **15** ist aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt.

[0032] Der das Flammrohr **11** befeuernde Kohlen-

staubbrenner ist nicht dargestellt und zur Erläuterung der Erfindung auch nicht erforderlich. Er kann beispielsweise ein solcher sein, der in DE 25 27 618 A1 beschrieben ist.

[0033] Man erkennt in der Zeichnung, daß innerhalb des Kessels **10** und dort unterhalb des Flammrohrs **11** nur begrenzter Raum für die Unterbringung der Kühler **12** zur Verfügung steht, deren Abwärme in das Kesselwasser übergehen soll. Die Steigerung der Kesselleistung bedingt eine Volumenvergrößerung des gesamten Kessels. Andererseits sind durch die Straßenprofile den Größen von Kesseln Grenzen gesetzt, wie bereits erwähnt. Man kann daher die Kesselleistung innerhalb der gegebenen geometrischen Abmessungen nur vergrößern, wenn es gelingt, den Raum innerhalb des Kessels besser auszunutzen. Dieses ist mit Hilfe der Erfindung möglich, weil aufgrund der kompakteren Anordnung der Kühlerrohre die Kapazität des Kühlers bei gegebenen Volumen gesteigert werden kann.

Patentansprüche

1. Kühler für heiße, staubhaltige Gase, enthaltend ein Bündel aus einer Vielzahl von Rohren vom Innendurchmesser d_i , deren Einlaufenden an einer gemeinsamen, mit Einlauföffnungen versehenen Platte befestigt sind, wobei die Einlauföffnungen verrundete Ränder aufweisen und nahe der Oberfläche der Vorderseite der Platte wenigstens eine Strahldüse angeordnet ist, die mit einem Druckluftstoßgerät verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausrundung einer jeden Einlauföffnung in der Platte **(2)** von zwei Krümmungsradien R_1 und R_2 bestimmt ist, wobei ein von dem ersten Krümmungsradius R_1 gebildeter Bogen **(6)** tangential in die Innenwand des sich in die Einlauföffnung anschließenden Rohres **(1)** mündet und sich von dort ausgehend in Richtung auf die Vorderseite der Platte **(2)** über einen Bogen von etwa 34° erstreckt und sich an diesen Bogen tangential der zweite Bogen mit dem Radius R_2 anschließt, der tangential in die Oberfläche der Vorderseite der Platte **(2)** übergeht, wobei für die Radien gilt:

$$R_1 = 0,47 d_i \text{ bis } 0,87 d_i, \text{ und}$$

$$R_2 = 0,135 d_i \text{ bis } 0,16 d_i$$

2. Kühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahldüse **(14)** eine Flachstrahldüse ist und einen Blaswinkel hat, der die Platte **(2)** wenigstens teilweise erfaßt.

3. Kühler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Strahldüsen **(14)** vorgesehen sind, die an verschiedenen Stellen der Platte **(2)** angeordnet sind und gemeinsam die Platte **(2)** vollständig erfassen.

4. Kühler nach einem der vorgehenden Ansprü-

che, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Strahldüse **(14)** so gerichtet ist, daß ihr Luftstrahl etwa tangential zur Vorderseite der Platte **(2)** verläuft.

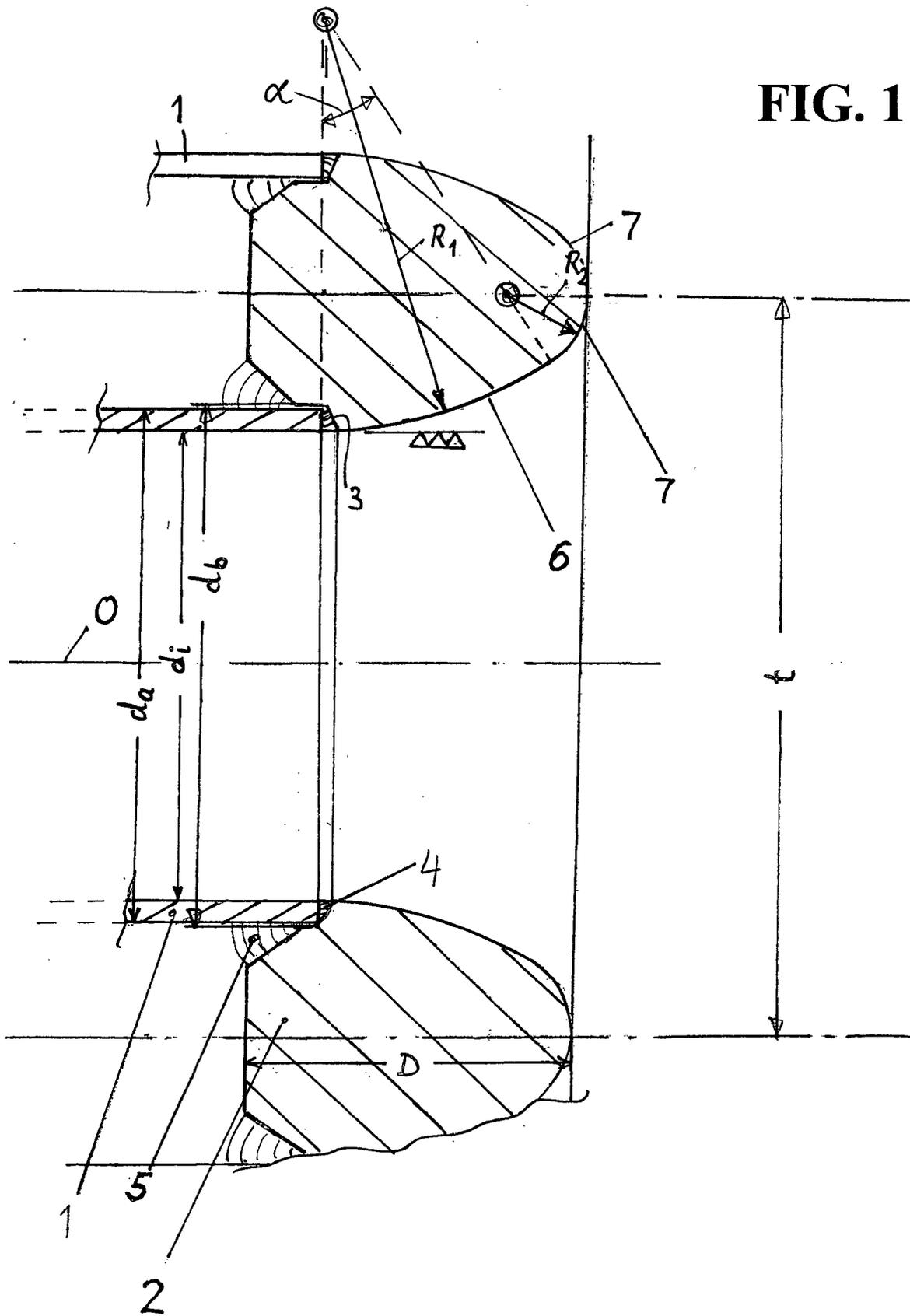
5. Kühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausrundungen jeweils an den Rändern von in der Platte **(2)** ausgebildeten Bohrungen ausgebildet sind und die Rohre **(1)** an der Rückseite der Platte **(2)** angeschweißt sind.

6. Kühler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der Platte **(2)** verschweißten Rohrenden in an der Rückseite der Platte **(2)** ausgebildeten zylindrischen Erweiterungen der Bohrungen sitzen.

7. Kühler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Erweiterungen auf einem Teilabschnitt sich in Richtung auf die Rückseite der Platte konisch erweitern.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



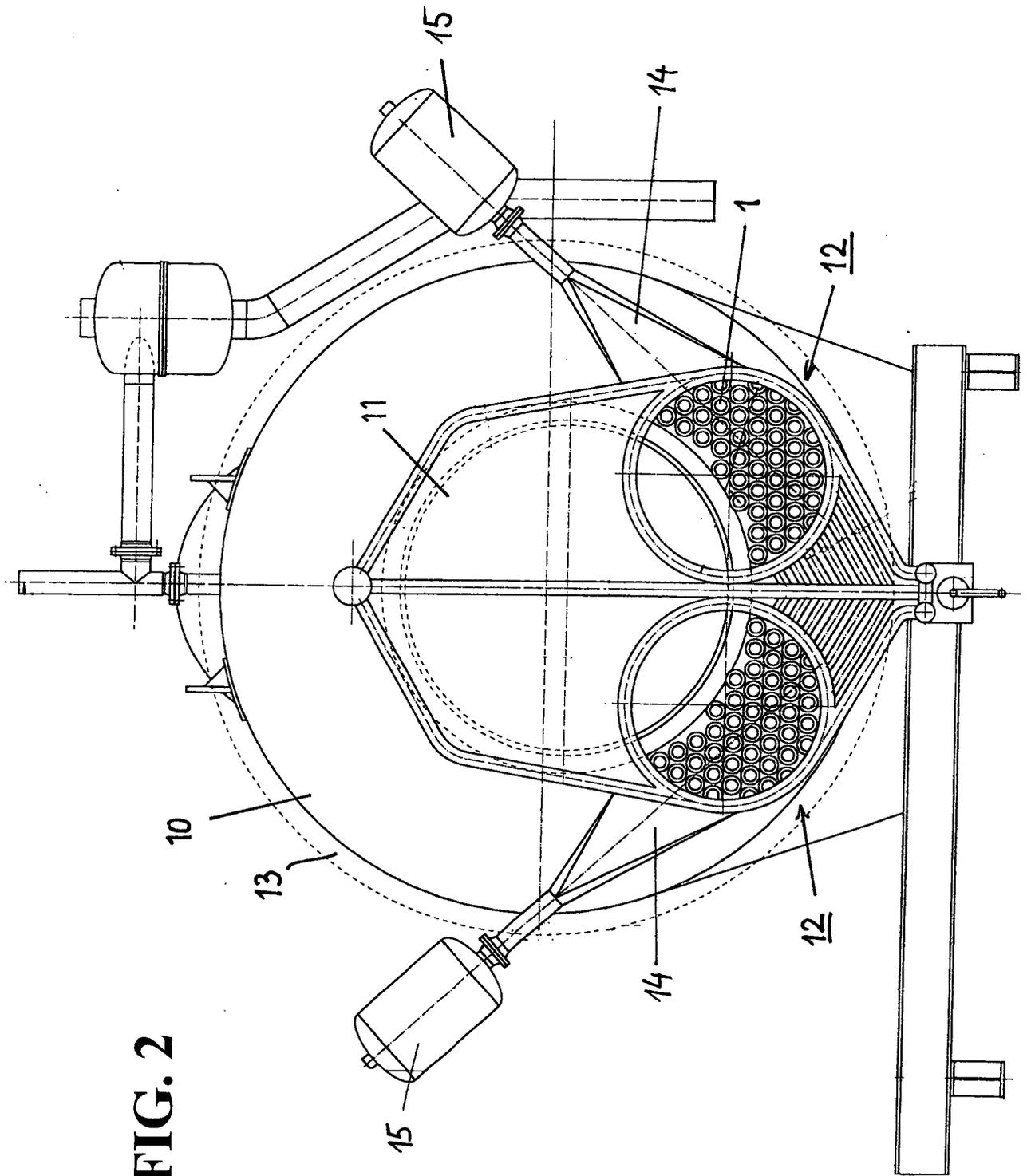


FIG. 2