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

(11) EP 1 340 954 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.12.2005 Patentblatt 2005/49

(51) Int Cl.[7]: **F28F 25/06**

(21) Anmeldenummer: **03405036.9**

(22) Anmeldetag: **28.01.2003**

(54) **Verteilsystem**

Distribution system

Système de distribution

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE LI

(30) Priorität: **27.02.2002 EP 02405140**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.09.2003 Patentblatt 2003/36

(73) Patentinhaber: **Axima Refrigeration GmbH**
88131 Lindau (DE)

(72) Erfinder:
- **Niessen, Roland**
  88131 Lindau (DE)
- **Laufer, Ernst**
  88131 Lindau (DE)
- **Pyrdok, Winfried**
  88131 Lindau (DE)

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067,
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-99/44002
FR-A- 618 988
FR-A- 1 581 810
GB-A- 525 500
US-A- 3 419 251
US-A- 4 085 171

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 340 954 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verteilsystem zur Verteilung eines zu kühlenden Fluids gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1, sowie einen Kühlturm mit einem solchen Verteilsystem.

[0002] In Rückkühlwerken für Wasserkreisläufe mit hohen Schmutzfrachten, wie sie beispielsweise in der Papierindustrie oder bei der Kühlung von Abwässern anfallen, werden zur Wasserverteilung meist oben liegende offene Wasserrinnen mit an der Unterseite angeordneten Austrittsöffnungen, die vorteilhaft mit Düseneinsätzen ausgerüstet sind, verwendet. Bei dieser Anordnung strömt das zu kühlende Wasser durch die Austrittsöffnungen und fällt, je nach Ausführung der Düse, aus einer geringen Höhe von ca. 10 cm bis 30 cm auf eine Prallfläche, wobei die Strömungsenergie durch die besondere Form der Prallfläche teilweise zur Bildung von Wassertropfen genutzt wird. Die so erzeugten Wassertropfen fallen in einem, den thermodynamischen Erfordernissen entsprechend hohen, Regengebiet nach unten, wobei sie von der nach oben strömenden Kühlluft im Gegenstromverfahren abgekühlt werden. Aufgrund der hohen Schmutzfracht wird auf den Einbau von Füllkörpern in den Kühlturm verzichtet, da bereits nach kurzen Betriebszeiten mit deren Verschmutzung und mit einer damit einhergehenden nachlassenden Kühlleistung zu rechnen ist.

[0003] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass sich im Rahmen dieser Anmeldung Begriffe wie "unten", "oben", "seitlich von" und verwandte Formulierungen auf die übliche Gebrauchslage beziehen. Insbesondere bezeichnet die Richtungsangabe "nach unten" wie gewohnt die Richtung, in der die Schwerkraft wirkt und "nach oben" die entsprechend dazu entgegen gesetzte Richtung.

[0004] Die Austauschfläche für die Wärmeübertragung ist bei diesen sogenannten "Einbaulosen Kühltürmen" auf die Oberfläche der Wassertropfen beschränkt. Auf Grund fehlender Strukturelemente im Inneren des Kühlturms werden die Tropfen auf ihrem Fallweg nicht behindert und es kommt nur in geringem Masse zur Neubildung bzw. zur Bildung zusätzlicher Tropfen. Der Wärmetransport aus dem Tropfeninnern an die Austauschfläche kann nur durch die relativ schlechte Wärmeleitung des Wassers über die Oberfläche des Tropfens an die umgebende Kühlluft erfolgen.

[0005] Für die Wärmeübertragung, und damit für die Effizienz der Kühlung, ist neben der Austauschfläche (also der Oberfläche des Tropfens) noch die Fallgeschwindigkeit im Kühlstrom eine wichtige Kenngrösse. Bei grösseren Tropfen ist die Fallgeschwindigkeit gross und daher die Kontaktzeit mit der Kühlluft verhältnismässig kurz. Bei sehr kleinen Tropfen ist die Kontaktzeit zwar grösser, aber die relative Geschwindigkeit bezüglich des Kühlluftstroms klein, was sich wiederum ungünstig auf den Wärmeaustauschprozess auswirkt. Die Kühlleistungs-Charakteristik solcher einbaulosen Kühltürme ist deshalb um einiges geringer, als diejenige von Kühltürmen mit Spritzeinbauten oder Rieselfilm-Füllkörpern.

[0006] Ein besonderes Problem der Wasserverteilsysteme mit obenliegenden offenen Rinnen ergibt sich aus der geringen Fliessgeschwindigkeit des verschmutzten Kühlwassers, die erforderlich ist, um eine gleichmässige Beaufschlagung über das gesamte Regengebiet zu erreichen. Bedingt durch die geringe Fliessgeschwindigkeit können sich Ablagerungen in Rinnen und Düsen aus der Schmutzfracht bilden und so die gleichmässige Wasserverteilung stören. Dadurch kann die Kühlleistung deutlich herabgesetzt werden. Dies ist häufig verbunden mit Störungen im Betriebsablauf und einem erheblichen Mehraufwand für ständige Reinigungsarbeiten, was letztlich die Betriebskosten in die Höhe treibt.

[0007] Diese Nachteile lassen sich durch einbaulose Kühltürme vermeiden, die Wasserverteilsysteme mit einer Druckwasserleitung und Verteildüsen aufweisen, die im unteren Bereich des Kühlturmes angeordnet sind. Die Verteildüsen werden unter einem vorgebbaren Druck über die Druckwasserleitung mit dem verschmutzen Kühlwasser gespeist und sind nach oben sprühend ausgerichtet. Die Verteildüsen weisen dabei keinerlei innere Einbauten auf. Vielmehr wird durch einen tangentialen Eintritt des Wasser in eine Wirbelkammer eine drallbehaftete Strömung erzeugt, die durch einen im wesentlichen kreisförmigen Düsenmund als kegelförmiger Wasserstrahl austritt. Die Ausführung der Düsen ist meist so gewählt, dass bei üblichen Systemdrücken um ca. 1 bar genügend grosse Wassertropfen erzeugt werden können, die zunächst im Inneren des Kühlturms auf eine vorgebbare Höhe aufsteigen können, um dann wieder in ein Sammelbecken im unteren Bereich des Kühlturms herabzuregnen, so dass die zu kühlenden Wassertropfen den doppelten Weg im Kühlluftstrom zurücklegen.

[0008] Durch eine solche Anordnung mit nach oben sprühenden Verteildüsen werden die Probleme, wie sie bei den Systemen mit oben liegenden Wasserverteilrinnen auftreten, weitgehend vermieden. Dadurch, dass diese Wasserverteilsysteme unter einem erhöhten Systemdruck betrieben werden können und auch betrieben werden müssen, erreicht das schmutzbefrachtetete Kühlwasser deutlich höhere Fliessgeschwindigkeiten, so dass Ablagerungen weitgehend vermieden werden. Die für den Wärmeaustausch mit dem Kühlluftstrom zur Verfügung stehende Zeit wird deutlich erhöht, so dass sich der Wärmeaustausch deutlich effizienter gestalten lässt. Ein solcher Kühlturm ist beispielsweise aus der WO-99/44002 bekannt.

[0009] Ein wesentliches Problem dieser Kühltürme mit bekannten Wasserverteilsystemen besteht jedoch darin, dass die Richtung des aus der Verteildüse austretenden Wasserstrahls lediglich in einer Richtung, nämlich durch Rotation der Druckwasserleitung um ihre Längsachse, veränderbar ist. Darüberhinaus sind bei

den bekannten Wasserverteilsystemen die Verteildüsen in im wesentlichen äquidistanten Abständen einfach entlang einer Geraden an der Druckwasserleitung angeordnet. Das hat zur Folge, dass diejenigen Düsen, die sich in der Nähe des Kühlturmgehäuses befinden, jeweils eine Gehäusewand teilweise anspritzen. Damit ist ein nicht unwesentlicher Teil des Kühlwassers, nämlich derjenige, der an die Gehäusewände gespritzt wird, dem Kühlprozess weitgehend entzogen. Die bekannten Wasserverteilsysteme können daher nur in sehr eingeschränktem Masse auf die jeweiligen, z.B. durch die Geometrie des Kühlturms, vorgegeben Erfordernisse abgestimmt werden.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Kühlturm mit einem verbesserten Verteilsystem vorzuschlagen, wodurch eine wesentliche Erhöhung der Kühlleistung im Vergleich zu den bekannten Kühlturmsystemen erreicht wird, so dass sich der Kühlprozess wesentlich effizienter, d.h. energiewirtschaftlich vorteilhafter und damit kostengünstiger darstellen lässt.

[0011] Die diese Aufgaben lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0012] Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0013] Erfindungsgemäss wird somit ein Kühlturm mit einem Verteilsystem zur Verteilung eines zu kühlenden Fluids vorgeschlagen, das einen Verteilkanal mit einer Zuflussöffnung zur Zuführung des Fluids und mindestens eine Austrittsöffnung zur Ableitung des Fluids umfasst, wobei sich der Verteilkanal entlang einer Kanalachse erstreckt. Desweiteren umfasst das Verteilsystem eine Verteildüse mit einer Einlassöffnung zur Zuführung des Fluids und mit einem hohlen Düsenkörper mit einer Düsenöffnung zur Abgabe des Fluids in eine Gasatmosphäre. Der Düsenkörper erstreckt sich entlang einer Düsenachse, wobei die Einlassöffnung der Verteildüse mit der Austrittsöffnung des Verteilkanals derart verbindbar ist, dass die Düsenachse um einen vorgebbaren Drehwinkel bezüglich der Kanalachse verkippt ist.

[0014] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Verteilsystem umfasst einen Verteilkanal mit Verteildüsen, welche Verteildüsen einen Einlasskörper und einen Düsenkörper aufweisen, wobei die Verteildüse so mit dem Verteilkanal verbunden ist, dass ein unter Druck stehendes zu kühlendes Fluid, vorzugsweise mit hohen Schmutzfrachten belastetes Wasser, aus dem Verteilkanal der Verteildüse zugeführt werden kann. Die Verteildüsen sind an der Einlassöffnung mit einer Flanschverbindung ausgestattet, so dass die Verteildüse um einen beliebigen Winkel gegenüber der Kanalachse verkippt fixierbar ist. Der Verteilkanal selbst kann um seine Kanalachse um einen beliebigen Winkelbetrag rotiert werden, so dass die Verteildüse in eine beliebige Raumrichtung verschwenkbar ist. Bevorzugt weist ein Verteilkanal mehrere Verteildüsen auf, die untereinander eventuell unterschiedliche Abstände haben können und je nach Anforderung in Umfangsrichtung am Verteilkanal an verschiedenen Positionen sitzen können. Die Verteildüsen sind vorzugsweise als Wirbelkammerdüsen ohne innere Einbauten ausgebildet, bei denen durch einen tangentialen Eintritt des Wassers in eine Wirbelkammer eine drallhafte Strömung erzeugt wird, die durch die Düsenöffnung als im wesentlichen kegelförmiger Strahl austritt. Die Form der Düsenöffnung wird dabei so gewählt, dass bei den üblichen Arbeitsdrükken, beispielsweise ca. 1 bar, genügend grosse Wassertropfen entstehen. Dabei kann der Arbeitsdruck jedoch auch erheblich nach oben oder unten von dem Wert von einem 1 bar abweichen. Der besondere Vorzug von einbaulosen Düsen liegt darin, dass auch sehr stark mit Schmutzfrachten beladenene Kühlflüssigkeiten mühelos versprüht werden können, weil solche Düsen kaum Flächen oder Hohlräume bieten, an denen sich die Schmutzfracht ablagern kann. Darüber hinaus garantiert der relativ hohe Arbeitsdruck von ca. 1 bar eine ausreichend hohe Fliessgeschwindigkeit der Kühlflüssigkeit, wodurch ebenfalls Ablagerungen weitestgehend vermeidbar sind. Der Verteilkanal, sowie die Verteildüse sind vorzugsweise aus rostfreiem Edelstahl gefertigt, können jedoch auch aus anderen geeigneten Materialien, wie beispielsweise aus geeigneten Kunststoffen oder für ganz spezielle Anwendungen z.B. auch aus Glas oder anderen Materialien bestehen. Der Verteilkanal ist bevorzugt als längsgestrecktes Rohr ausgeführt, kann jedoch auch als gebogenes Rohr, als Bohrung in einem massiven Block oder anders ausgeführt sein.

[0015] Das beschriebene Verteilsystem findet bevorzugt Verwendung in einem im wesentlichen allseitig geschlossenen einbaulosen Kühlturm. Ein erfindungsgemässer Kühlturm umfasst in der Regel mehrere Verteilsysteme, die entweder in verschiedenen Kammern oder in einer gemeinsamen Kammer unterbracht sein können, und wobei jedes Verteilsystem seinerseits wieder mehrere Verteildüsen aufweist. Die Kühlturmwände bilden einen im wesentlichen quaderförmigen Körper, dessen Höhe in der Regel gross im Vergleich zu einer Seitenlängen seiner rechteckigen Grundfläche ist. Typische Abmessungen sind z.B. 21m X 6m X 12m, wobei im konkreten Fall die Abmessungen auch deutlich von dem hier gegebenen Beispiel abweichen können. Dabei kann die Geometrie des Kühlturms im Prinzip beliebig, z.B. als Zylinder, Kugel oder anders ausgeführt sein. Das Gehäuse kann beispielsweise aus glasfaserverstärktem Polyester, aus rostfreiem Stahl oder einem anderen geeigneten Material aufgebaut sein.

[0016] Das Verteilsystem zur Verteilung der Kühlflüssigkeit befindet sich in einer geeigneten Höhe, typischerweise in weniger als ca. ½ Meter Höhe, über einer Bodenfläche des Kühlturms, die als Wasserauffangschale ausgebildet sein kann und Einrichtungen zur Ableitung von herab geregnetem Kühlwasser aufweist.

Das Verteilsystem ist dabei vorzugsweise so angeordnet, dass die Kanalachse des Verteilkanals im wesentlichen parallel zur Bodenfläche des Kühlturms verläuft. Umfasst der Kühlturm mehrere Verteilsysteme, so sind die Verteilrohre untereinander ebenfalls bevorzugt parallel angeordnet und deren Einlassöffnungen können über eine Sammeleinrichtung miteinander verbunden sein, so dass das Kühlwasser zentral allen Verteilsystemen gleichzeitig zuführbar ist. Dabei können die Verteilrohre untereinander selbstverständlich auch nicht parallel, z.B. über Kreuz oder anders angeordnet sein.

[0017] In einer Seitenwand des Kühlturms ist mindestens ein Ventilator angeordnet, der einen im Kühlturm nach oben gerichteten Luftstrom erzeugt, der durch einen Tropfenabscheider, welcher geeignet in der Dekkenfläche des Kühlturms angeordnet ist, das Kühlturminnere wieder verlassen kann. Selbstverständlich kann der Kühlturm auch mehrere Ventilatoren aufweisen, die in derselben oder in verschiedenen Seitenwänden angeordnet sind.

[0018] Die Verteildüsen des Verteilsystems sind im wesentlichen nach oben sprühend angeordnet. Dabei sind die Düsenöffnungen so ausgestaltet, dass sich der Wasserstrahl in einem nahezu auf der Spitze stehenden Kegel nach oben ausbreitet, wobei der Arbeitsdruck so gewählt wird, dass die Grundfläche des Kegels die Unterkante des Tropfenabscheider in der Deckenfläche des Kühlturms gerade noch erreicht. Jede Verteildüse ist dabei so ausgerichtet, dass die Seitenwände des Kühlturms nicht besprüht werden, gleichzeitig aber der für die Kühlung zur Verfügung stehende Kühlturminnenraum möglichst vollständig ausgenutzt wird. Die Verteilung des Wassers im Kühlturm kann dabei durch Überlagerung der Sprühbereiche der einzelnen Verteildüsen zusätzlich optimiert werden.

[0019] Entscheidenden Einfluss auf die Effizienz der Kühlung hat neben der Verteilung des Kühlmittels im Kühlraum auch die Grösse der in der Verteildüse erzeugten Tropfen, die wie erwähnt kegelförmig nach oben versprüht werden und ungefähr aus der Höhe des Tropfenabscheiders gegen den durch den Ventilator erzeugten Kühlluftstrom wieder nach unten in die Wasserauffangschale fallen. Die Austauschfläche für die Wärmeübertragung ist, wie bereits ausgeführt, bei einbaulosen Kühltürmen praktisch allein auf die Oberfläche der Kühlmitteltropfens beschränkt. Bei grösseren Tropfen ist die Fallgeschwindigkeit gross und damit die Kontaktzeit mit der Kühlluft relativ kurz. Bei zu kleinen Tropfen ist die Kontaktzeit zwar grösser, aber die relative Geschwindigkeit zum Kühlluftstrom geringer, was sich ebenfalls negativ auf den Wärmeaustauschprozess auswirkt. Im ungünstigsten Fall, d.h. wenn die Tropfen eine gewisse kritische Grösse unterschreiten, können diese im Luftstrom nicht mehr absinken und sammeln sich dann in grosser Menge am Tropfenabscheider an, was unbedingt zu vermeiden ist. Das heisst, Betriebsparameter, wie z.B. der Arbeitsdruck und die Ausgestalltung der Wirbelkammerdüsen, insbesondrere auch der Düsenöffnung müssen so gewählt werden, dass die Kühlflüssigkeit in einer optimalen Tropfengrösse versprüht wird.

[0020] Ein weiterer wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass der Arbeitsdruck zusätzlich zur geodätischen Höhendifferenz auch vom erforderlichen Düsenvordruck mitbestimmt wird, der als Staudruck in der Düse auftritt. Um einen wirtschaftlichen Betrieb des Kühlturms zu gewährleisten, muss daher der als Düsenvordruck bleibende Druckverlust der Verteildüse möglichst klein gegenüber dem Steigdruck des in die Gasatmosphäre durch die Düsenöffnung austretenden Fluids gehalten werden. Da der Düsenvordruck jedoch selbstverständlich unter anderem von der konkreten Ausgestaltung der Verteildüse insgesamt und insbesondere von der speziellen Form der Düsenöffnung ab, muss die Geometrie der Verteildüse entsprechend optimiert werden. Es hat sich gezeigt, dass sich alle diese Erfordernisse durch Wirbelkammerdüsen, deren Düsenöffnung als Langloch, das von zwei halbkreisförmigen Bereichen berandet ist, optimieren lassen. Die konkrete Grösse der Verteildüse und die der Düsenöffnung hängt dabei unter anderem von der Grösse des Kühlturms, vom Arbeitsdruck, sowie von der Art der Schmutzfracht ab, die das Kühlwasser trägt. Zur optimalen Beaufschlagung des Kühlturminneren mit Kühlwasser, insbesondere z.B. in der Nähe von Kühlturmwänden oder Stosskanten können auch Düsenöffnungen, deren Berandung anders, z.B. kreisförmig, geformt sind, vorteilhaft eingesetzt werden. Der Düsenkörper selbst kann ebenfalls um die Düsenachse drehbar ausgestaltet sein, so dass die Orientierung der Düsenöffnung einer jeden Verteildüse des Verteilsystems optimal an die geometrischen Verhältnisse angepasst werden kann.

[0021] Im folgenden wird die Erfindung an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung, teilweise im Schnitt:

Fig. 1 ein erfindungsgemässer Kühlturm mit Verteilsystem;

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Verteildüse mit Verteilkanal;

Fig. 3 eine Ansicht des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 2 aus Blickrichtung F;

Fig. 4 eine Ansicht des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 2 aus Blickrichtung C;

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Verteildüse mit Verteilkanal;

Fig. 6 eine Ansicht des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 5 aus Blickrichtung F;

Fig. 7 ein anderes Ausführungsbeispiel eines Ver-

teilsystems;

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung einen erfindungsgemässen Kühlturm T mit Verteilsystem, welches Verteilsystem im folgenden gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist. Das Verteilsystem 1 zur Verteilung eines zu kühlenden Fluids 2, umfasst einen Verteilkanal 3, der sich entlang einer Kanalachse K erstreckt, wobei der Verteilkanal 3 mit einer Zuflussöffnung 4 zur Zuführung des Fluids 2 und mindestens einer Austrittsöffnung 5 zur Ableitung des Fluids 2 in eine Verteildüse 6 ausgestattet ist. Die Verteildüse 6 umfasst eine Einlassöffnung 7 zur Zuführung des Fluids 2 und einen hohlen Düsenkörper 8 mit einer Düsenöffnung 9 zur Abgabe des Fluids 2 in eine als Kühlmedium dienende Gasatmosphäre. Der Düsenkörper 8 erstreckt sich entlang einer Düsenachse D. Erfindungsgemäss ist die Düsenachse D um einen vorgebbaren Drehwinkel α bezüglich der Kanalachse K verkippt.

[0022] Bevorzugt kommt das erfindungsgemässe Verteilsystem 1 in Kombination mit einem geschlossenen einbaulosen Kühlturm T mit Gehäuse G zum Einsatz. Jedoch ist es grundsätzlich auch denkbar, dass das Verteilsystem 1 in einem halboffenen Gehäuse G, dass heisst in einem Gehäuse G ohne seitliche und / oder obere bzw. untere Begrenzungsflächen betrieben wird. Für spezielle Anwendungen, beispielsweise in der Landwirtschaft, ist auch ein Betrieb ganz ohne Gehäuse G denkbar.

[0023] Die wesentlichen Elemente eines einbaulosen Kühlturms T mit Verteilsystem 1 sind in Fig. 1 schematisch dargestellt. Ein solcher Kühlturm T umfasst ein allseitig geschlossenes Gehäuse G von im wesentlichen quaderförmiger Gestalt, wobei die Form des Gehäuses G selbstverständlich im Prinzip beliebig, z.B. zylinderförmig, in Form einer Kugel oder anders ausgeführt sein kann. Der Gehäuseboden ist bevorzugt als Wasserauffangschale 11 ausgeführt, die einen Ablauf 12 zur Abführung des gekühlten Fluids 2 aufweist. Oberhalb der Wasserauffangschale 11 ist das Verteilsystem 1 installiert, durch welches das zu kühlende Fluid 2, das in der Regel als mit mehr oder weniger stark mit Schmutz befrachtetes Wasser vorliegt, dem Kühlturminnem zuführbar ist.

[0024] Das zu kühlende Fluid 2 ist dem Verteilsystem 1 unter einem vorgebbaren Arbeitsdruck, der von einer nicht gezeigten Pumpe erzeugt wird, über die Zuflussöffnung 4 zuführbar. Die Verteildüse 6 steht mit dem Verteilkanal 3 in Verbindung und ist so angeordnet ist, dass das Fluid 2 über die Düsenöffnung 9 nach oben sprühend in einem sich aufweitenden Strahl in die Gasatmosphäre einbringbar ist. Dabei ist die Düsenöffnung 9 bevorzugt so ausgestaltet, dass sich der Strahl in einem nahezu auf der Spitze stehenden Kegel 14 nach oben ausbreitet. Dabei bestimmt die Form der Düsenöffnung 9 unter anderem massgeblich die Symmetrie des Kegels 14. Die Form des Düsenkörpers 8 und der Düsenöffnung 9, sowie der vorgebbare Arbeitsdruck bestimmen wesentlich die maximale Höhe, die der in Form als Kegel 14 austretende Wasserstrahl im Gehäuse G des Kühlturms T erreicht. Bevorzugt werden die Parameter so gewählt, dass der Kegel 14 gerade eben den Tropfenabscheider 15 erreicht, der günstiger Weise im Dekkenbereich des Kühlturms T eingebaut ist. Für spezielle Anwendungen ist es allerdings durchaus denkbar, dass der Tropfenabscheider 15 z.B. in einer Seitenwand 16 des Kühlturms T untergebracht ist. Der Tropfenabscheider dient zur Entlüftung des Gehäuses und verhindert das Mitreissen von Wassertropfen nach aussen. Er ist bevorzugt aus profilierten Kunststoffelementen aufgebaut, kann aber selbstverständlich auch noch andere Materialien und / oder weitere Strukturelemente umfassen.

[0025] Zur Erhöhung der Kühlleistung wird das durch die Verteildüse 6 im Gehäuse G des Kühlturms T versprühte Fluid 2 von nach oben strömender Kühlluft im Gegenstromverfahren gekühlt. Der dazu erforderliche Luftstrom wird durch einen Ventilator 17 erzeugt. Dabei können ausser Luft, insbesondere bei Verwendung eines geschlossenen Kühlturms T, durchaus auch andere Kühlgase, beispielsweise Stickstoff, Edelgase oder andere Gase zum Einsatz kommen. Darüberhinaus ist es auch denkbar, dass für spezielle Anwendungen die Kühlgase vortemperiert werden. Bevorzugt wird der Luftstrom durch einen Ventilator 17 erzeugt, der, wie in Fig. 1 gezeigt, in der Nähe des Kühlturmbodens in der Gehäusewand 16 untergbracht ist. Bei dieser Variante saugt der Ventilator 17 die Kühlluft von aussen an und drückt dieselbe in das Innere des Kühlturms T. Dabei wird im Gehäuse G des Kühlturms T ein im wesentlichen nach oben gerichteter Luftstrom erzeugt, der durch den Tropfenabscheider 15 wieder nach aussen entweichen kann. In einer anderen, hier nicht gezeigten, Variante ist der Ventilator 17 entweder innerhalb oder ausserhalb des Gehäuses G am Tropfenabscheider 15 angebracht. In diesem Ausführungsbeispiel saugt der Ventilator 17 die Kühlluft aus dem Inneren des Gehäuses G ab und erzeugt so einen im Kühlturm T nach oben gerichteten Luftstrom, der ebenfalls durch den Tropfenabscheider 15 nach aussen entweichen kann.

[0026] Fig. 2 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Verteildüse 6 in Verbindung mit dem Verteilkanal 3. Der Verteilkanal 3 ist bevorzugt als rohrartige Leitung ausgebildet, welche um die Kanalachse K um einen beliebigen Winkel β drehbar ausgestaltet ist. So kann durch geeignete Wahl des Drehwinkels β vermieden werden, dass bei einem gegebenen Arbeitsdruck der aus der Verteidüse 6 nach oben austretende Kegel 14 des Kühlmittelstrahl direkt gegen eine Innenwand des Gehäuses G gespritzt wird.

[0027] Die Verteildüse 6 umfasst einen hohlen Einlasskörper 10 mit Einlassöffnung 7, sowie einen hohlen Düsenkörper 8 mit Düsenöffnung 9. Der Einlasskörper 10, der sich entlang einer Einlassachse E erstreckt, steht mit dem Düsenkörper 8, der sich entlang der Düsenachse D erstreckt, derart in Verbindung, dass das zu küh-

lende Fluid 2, das durch die Einlassöffnung 7 in die Verteildüse 6 einströmt, nacheinander den Einlasskörper 10 und den Düsenkörper 8 durchströmen kann, um die Verteildüse 6 durch die Düsenöffnung 9 schliesslich wieder zu verlassen. Bei dem in Fig. 2 gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiel sind Einlasskörper 10 und Düsenkörper 8 so zueinander angeordnet, dass die Einlassachse E und die Düsenachse D einen vorgebbaren Winkel γ einschliessen, wobei der Winkel γ je nach Erfordernis einen beliebigen Wert annehmen kann, bevorzugt beträgt der Winkel γ jedoch ca. 90°. In einer besonders günstigen Ausführungsform ist die Verteildüse 6 als Wirbelkammerdüse ohne innere Einbauten ausgeführt. Bei derartigen Verteildüsen 6 tritt das zu kühlende Fluid 2 tangential in einen als Wirbelkammer 18 ausgebildeten Bereich der Verteildüse 6 ein, wobei in der Wirbelkammer 18 eine drallhafte Strömung erzeugt wird, die durch die Düsenöffnung 9 als im wesentlichen kegelförmiger Strahl austritt. Die konkrete Ausgestaltung der Verteildüse 6, sowie der Düsenöffnung 9 wird dabei so gewählt, dass bei einem gegebenen Arbeitsdruck, beispielsweise von ca. 1 bar, genügend grosse Wassertropfen erzeugt werden. Es hat sich gezeigt, dass es sich als besonders vorteilhaft erweist, die Düsenöffnung 9 im wesentlichen als Langloch auszugestalten, welches von zwei halbkreisförmigen Berandungen begrenzt wird. Aber auch z.B. kreisrunde, ovale oder andere Formen können unter Umständen vorteilhaft die Düsenöffnung 9 begrenzen.

[0028] Fig. 3 zeigt das gleiche Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Verteildüse 6 aus Blickrichtung F. Die Verteildüse 6 ist um die Einlassachse E drehbar ausgestaltet, so dass die Verteildüse 6 gegenüber der Kanalachse K unter einem fest vorgebbaren Winkel α verkippt fixierbar ist. Damit kann durch geeignete Wahl des Drehwinkels α vermieden werden, dass bei einem gegebenen Arbeitsdruck der aus der Verteidüse 6 nach oben austretende kegelförmige Kühlmittelstrahl direkt gegen eine Innenwand des Gehäuses G gespritzt wird.

[0029] Fig. 4 zeigt ebenfalls das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2, jedoch aus Blickrichtung C. Die Düsenöffnung 9 kann, wie bereits erwähnt, z.B. in Form eines Langlochs mit halbkreisförmigen Berandungen ausgeführt sein und ist bevorzugt bezüglich des Düsenköpers 8 asymmetrisch angeordnet, wodurch eine Verwirbelung des Fluids und damit die Tropfenbildung zusätzlich begünstigt wird. Da die konkrete Form des als Kegel 14 ausgebildeten Kühlmittelstrahls wesentlich durch die Form der Düsenöffnung 9 mitbestimmt ist, kann es von Vorteil sein, wenn der Düsenkörper 8 um die Düsenachse D um einen Winkel ε drehbar ausgestaltet ist. Dadurch kann beispielsweise eine Verteildüse 6, die sich in der Nähe des Gehäuses G des Kühlturms T befindet, so ausgerichtet werden, dass eine flache Seite des als Kegel 14 ausgebildeten Kühlmittelstrahls einer dicht benachbarten Wand 16 des Gehäuses G zugewandt ist und eine breitere Seite des Kühlmittelstrahls einer weiter entfernten Wand 16 zugewandt ist.

[0030] Die Fig. 5 und 6 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Verteildüse 6 des erfindungsgemässen Verteilsystems 1. Hier handelt es sich um eine Verteildüse 6, bei welcher der Einlasskörper und der Düsenkörper im wesentlichen parallel oder fluchtend zueinander angeordnet sind, d.h. der Winkel γ ca. 0° beträgt. Ansonsten weist diese Variante alle Merkmale auf, wie sie oben für die gewinkelte Verteildüse 6 ($\gamma \neq 0°$) erläutert wurden. Insbesondere kann auch bei dieser Ausführungsvariante der Düsenkörper 8 gegen die Kanalachse K um einen Winkel α verkippt und der Düsenkörper 8 um die Düsenachse D um einen Winkel ε verdreht werden. Fig. 6 zeigt das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 5 aus Blickrichtung F.

[0031] Fig. 7 zeigt schematisch einen Grundriss eines Kühlturms mit einem erfindungsgemässen Verteilsystem 1, wobei verschiedene Möglichkeiten der Anordnung der Verteildüsen 6 am Verteilkanal 3 demonstriert werden. In dem mit I bezeichneten Bereich in Fig. 7 sind die Verteildüsen 6 in äquidistanten Abständen, jeweils auf der einer Gehäusewand 16 zugewandten Seite des Verteilkanals 3, nebeneinander angeordnet. Darüber hinaus kann es auch von Vorteil sein, dass der Verteilkanal 3 mindestens drei Austrittsöffnungen 5 aufweist, die in verschiedenen Abständen zueinander angeordnet sind, so dass je zwei Paare benachbarter Verteildüsen 6 verschiedene Abstände zueinander haben. Eine solche Anordnung ist im Bereich II von Fig. 7 skizziert. Je nach Geometrie des Gehäuses G kann so eventuell eine günstigere Verteilung des Fluids 2 im Kühlturm T erreicht werden. Ausserdem kann es durchaus vorteilhaft sein, dass der Verteilkanal 3 mindestens zwei Austrittsöffnungen 5 aufweist, deren kürzeste Verbindungslinie nicht parallel zur Kanalachse K verläuft. Dadurch ist es z.B. möglich, dass die Düsenkörper 8 in verschiedenen Orientierungen bezüglich der Kanalachse K angeordnet werden können, z.B. also auch gegenüberliegend am Verteilkanal 3 angebracht sein können. Auch dadurch kann unter Umständen die Verteilung des Fluids 2 im Gehäuse G optimiert werden.

[0032] Es wird somit ein Verteilsystem zur Verteilung eines mit Schmutzfrachten beladenen Fluids in einem im wesentlichen allseitig geschlossenen Kühlturm vorgeschlagen, das einen Verteilkanal mit Verteildüsen umfasst, welche Verteildüsen in eine beliebige Raumrichtung verschwenkbar ausgeführt sind.

[0033] Die Verteildüsen des erfindungsgemässen Verteilsystems sind in Bodennähe des Kühlturms, im wesentlichen nach oben sprühend angeordnet. Jede Verteildüse ist dabei so ausgerichtet, dass die Seitenwände des Kühlturms nicht besprüht werden, gleichzeitig aber der für die Kühlung zur Verfügung stehende Kühlturminnenraum möglichst vollständig ausgenutzt wird. Die Verteilung des Wassers im Kühlturm ist dabei durch Überlagerung der Sprühbereiche der einzelnen Verteildüsen zusätzlich optimierbar. Dadurch ist mit dem erfindungsgemässen Verteilsystem eine deutliche

Steigerung der Kühlleistung erreichbar. Das wird erstmals dadurch ermöglicht, dass die Verteildüsen um drei unabhängige Achsen frei verschwenkbar ausgeführt sind.

[0034] Die Verteildüsen sind vorzugsweise als Wirbelkammerdüsen ohne innere Einbauten ausgebildet, bei denen durch einen tangentialen Eintritt des Wassers in eine Wirbelkammer eine drallhafte Strömung erzeugt wird, die durch die Düsenöffnung als im wesentlichen kegelförmiger Strahl austritt. Der besondere Vorzug von einbaulosen Düsen liegt darin, dass auch sehr stark mit Schmutzfrachten beladenene Kühlflüssigkeiten mühelos versprüht werden können, ohne dass massive Ablagerungen der mitgeführten Schmutzfrachten zu befürchten sind. Die Geometrie der Verteildüse und insbesondere die Form der Düsenöffnung, ausgestaltet als Langloch mit halbkreisförmigen Berandungen, ist in Bezug auf Betriebsparameter und Kühlturmgeometrie optimiert. Dadurch kann der erforderliche Arbeitsdruck minimiert, was einen zusätzlichen zur Wirtschaftlichkeit des erfindungsgemässen Verteilsystems beisteuert.

Patentansprüche

1. Kühlturm mit Verteilsystem zur Verteilung eines zu kühlenden Fluids (2), umfassend:

   - einen Verteilkanal (3) mit einer Zuflussöffnung (4) zur Zuführung des Fluids (2) und mindestens einer Austrittsöffnung (5) zur Ableitung des Fluids (2), wobei sich der Verteilkanal (3) entlang einer Kanalachse (K) erstreckt;

   - Verteildüsen (6) mit jeweils einer Einlassöffnung (7) zur Zuführung des Fluids (2) und mit einem hohlen Düsenkörper (8) mit einer Düsenöffnung (9), um das Fluid (2) tropfenförmig in Form eines auf der Spitze stehenden Kegels (14) aus der Verteildüse in eine Gasatmosphäre abzugeben,

   wobei sich der Düsenkörper (8) entlang einer Düsenachse (D) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteildüsen (6) um drei unabhängige Achsen frei verschwenkbar ausgeführt sind, und dass die Einlassöffnung (7) der Verteildüsen (6) jeweils mit der Austrittsöffnung (5) des Verteilkanals (3) derart verbindbar ist, dass die Düsenachse (D) um einen vorgebbaren Drehwinkel (α) bezüglich der Kanalachse (K) verkippt ist.

2. Kühlturm nach Anspruch 1, wobei die Verteildüsen (6) jeweils einen hohlen Einlasskörper (10) aufweisen, der sich entlang einer Einlassachse (E) erstreckt.

3. Kühlturm nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Verteilkanal (3) bezüglich einer Rotation um seine Kanalachse (K) in einer vorgebbaren Winkelposition (β) fixierbar ist.

4. Kühlturm nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Düsenkörper (8) um die Düsenachse (D) um einen vorgebbaren Winkel ε drehbar ausgestaltet ist.

5. Kühlturm nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Verteilkanal (3) mindestens zwei Austrittsöffnungen (5) aufweist, deren kürzeste Verbindungslinie nicht parallel zur Kanalachse (K) verläuft.

6. Kühlturm nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Verteilkanal (3) mindestens drei Austrittsöffnungen (5) aufweist, die in verschiedenen Abständen zueinander angeordnet sind.

7. Kühlturm nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Düsenöffnung (9) im wesentlichen kreisförmig oder als Langloch ausgestaltet ist, welches zwei halbkreisförmige Berandungen aufweist.

8. Kühlturm nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Verteildüse (6) als Wirbelkammerdüse ausgestaltet ist.

9. Kühlturm nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Verteildüse (6) so angeordnet ist, dass das Fluid (2) über die Düsenöffnung (9) nach oben sprühend in die Gasatmosphäre einbringbar ist.

Claims

1. A cooling tower with a distribution system for the distribution of a fluid (2) to be cooled, including:

   - a distribution channel (3) having an inflow opening (4) for the supply of the fluid (2) and at least one outlet opening (5) for the outflow of the fluid (2), with the distribution channel (3) extending along a channel axis (K);

   - distribution nozzles (6) each having an inlet opening (7) for the supply of the fluid (2) and a hollow nozzle body (8) with a nozzle opening (9) for discharging the fluid (2) in droplet form out of the distribution nozzle into a gas atmosphere, in the form of a cone (14) standing on its apex.

   with the nozzle body (8) extending along a nozzle axis (D) **characterized in that** the distribution nozzles are made freely pivotable about three independent axes and **in that** the inlet opening (7) of the distribution nozzles (6) is in each case able to be connected to the outlet opening (5) of the distri-

bution channel (3) such that the nozzle axis (D) is tilted by a pre-settable angle (α) with respect to the channel axis (K).

2. A cooling tower in accordance with claim 1, wherein the distribution nozzles (6) each have a hollow inlet body (10) which extends along an inlet axis (E).

3. A cooling tower in accordance with claim 1 or claim 2, wherein the distribution channel (3) can be fixed in place in a pre-settable angular position (β) with respect to a rotation about its channel axis (K).

4. A cooling tower in accordance with any one of claims 1 to 3, wherein the nozzle body (8) is made rotatable about the nozzle axis (D) by a pre-settable angle ε.

5. A cooling tower in accordance with any one of claims 1 to 4, wherein the distribution channel (3) has at least two outlet openings (5) the shortest connection line of which does not extend parallel to the channel axis (K).

6. A cooling tower system in accordance with any one of claims 1 to 5, wherein the distribution channel (3) has at least three outlet openings (5) which are arranged at different spacings from one another.

7. A cooling tower in accordance with any one of claims 1 to 6, wherein the nozzle opening (9) is designed in substantially circular form or as an elongate aperture which has two semi-circular boundaries.

8. A cooling tower in accordance with any one of claims 1 to 7, wherein the distribution nozzle (6) is designed as a swirl chamber nozzle.

9. A cooling tower in accordance with any one of claims 1 to 8, wherein the distribution nozzle (6) is arranged such that the fluid (2) can be introduced into the gas atmosphere in an upwardly spraying manner via the nozzle opening (9).

Revendications

1. Tour de refroidissement avec système de distribution pour distribuer un fluide à refroidir (2), comprenant :

- un canal de distribution (3) avec une ouverture d'afflux (4) pour l'amenée du fluide (2) et au moins une ouverture de sortie (5) pour l'évacuation du fluide (2), où le canal de distribution (3) s'étend le long d'un axe de canal (K);
- des buses de distribution (6) avec à chaque fois une ouverture d'admission (7) pour l'amenée du fluide (2) et avec un corps de buse creux (8) avec une ouverture de buse (9), pour émettre le fluide (2) en forme de gouttes sous la forme d'un cône (14) reposant sur la pointe, de la buse de distribution dans une atmosphère gazeuse,

où le corps de buse (8) s'étend le long d'un axe de buse (D), **caractérisée en ce que** les buses de distribution (6) sont réalisées d'une manière librement pivotante autour de trois axes indépendants, et **en ce que** l'ouverture d'admission (7) des buses de distribution (6) peut être reliée à chaque fois à l'ouverture de sortie (5) du canal de distribution (3) de telle sorte que l'axe de buse (D) est basculé selon un angle de rotation prédéfinissable (α) par rapport à l'axe de canal (K).

2. Tour de refroidissement selon la revendication 1, où les buses de distribution (6) présentent à chaque fois un corps d'admission creux (10) qui s'étend le long d'un axe d'admission (E).

3. Tour de refroidissement selon la revendication 1 ou 2, où le canal de distribution (3), relativement à une rotation autour de son axe de canal (K), peut être fixé dans une position angulaire (β) prédéfinissable.

4. Tour de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 3, où le corps de buse (8) est réalisé d'une manière tournante autour de l'axe de buse (D) selon un angle prédéfinissable ε.

5. Tour de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 4, où le canal de distribution (3) présente au moins deux ouvertures de sortie (5) dont la ligne de liaison la plus courte ne s'étend pas parallèlement à l'axe de canal(K).

6. Tour de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 5, où le canal de distribution (3) présente au moins trois ouvertures de sortie (5) qui sont disposées à des écarts différents les unes par rapport aux autres.

7. Tour de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 6, où l'ouverture de buse (9) est réalisée en une forme sensiblement circulaire ou comme trou oblong, qui présente deux bords en forme de demi-cercle.

8. Tour de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 7, où la buse de distribution (6) est réalisée comme buse à chambre de tourbillonnement.

9. Tour de refroidissement selon l'une des revendica-

tions 1 à 8, où la buse de distribution (6) est disposée de telle sorte que le fluide (2) peut être introduit par l'ouverture de buse (9) vers le haut en le pulvérisant dans l'atmosphère gazeuse.

Fig.1

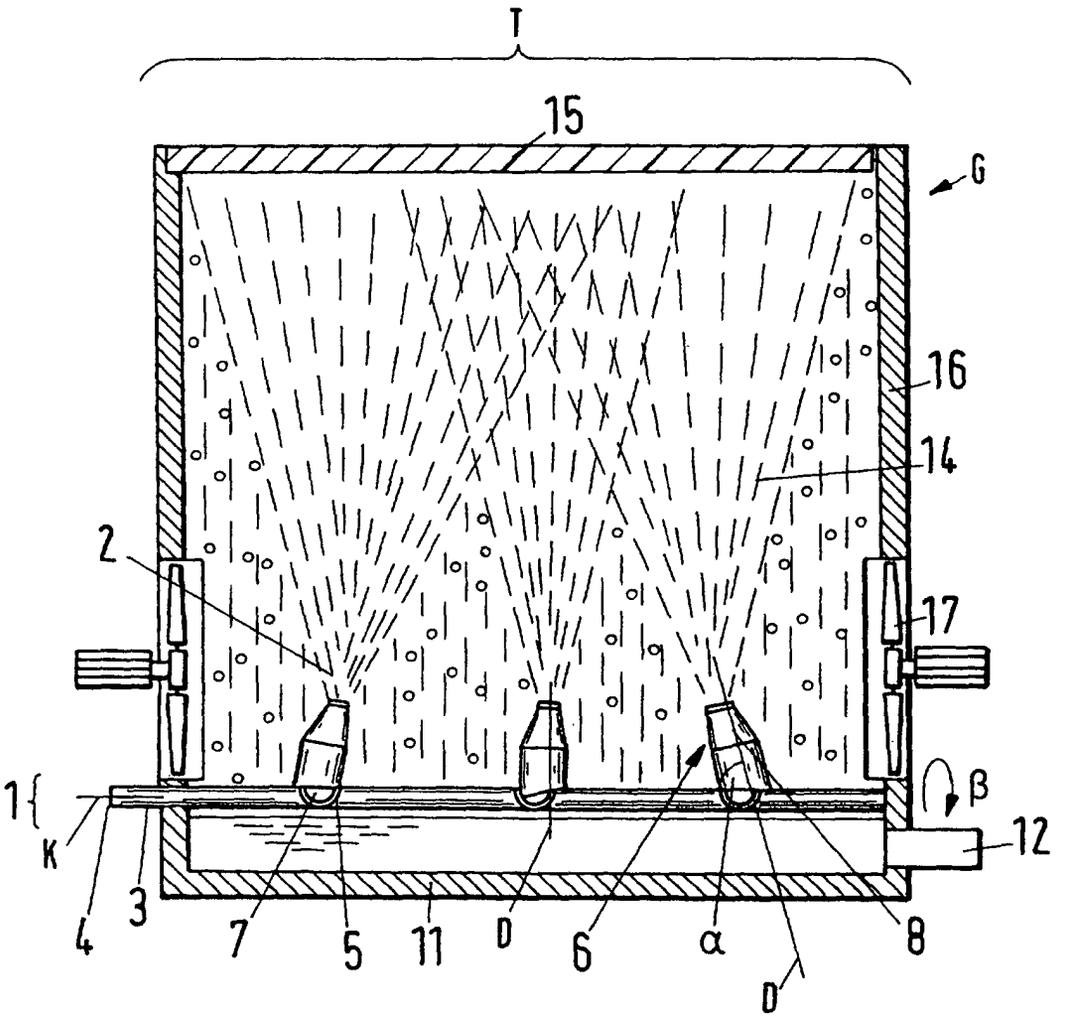


Fig.2

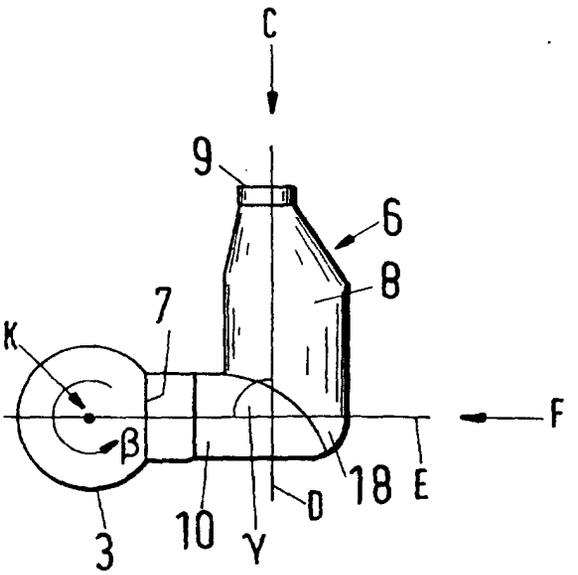


Fig.3

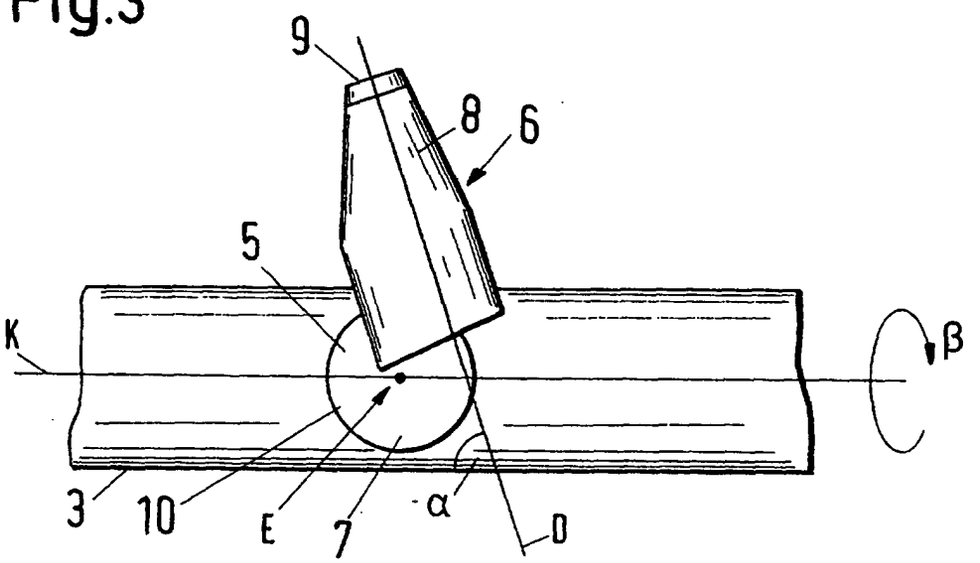


Fig.4

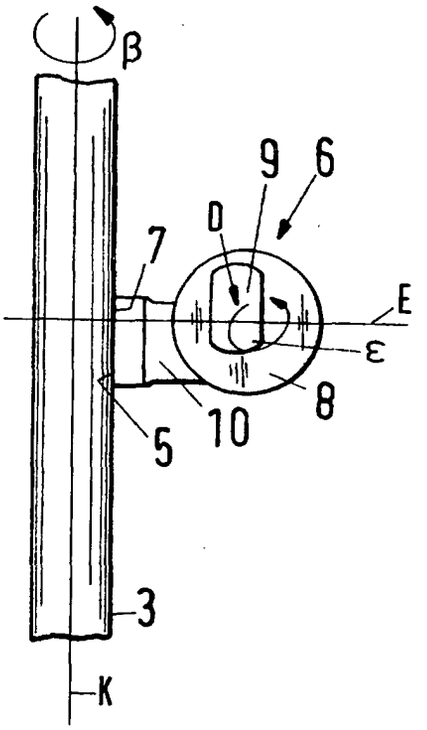


Fig.5

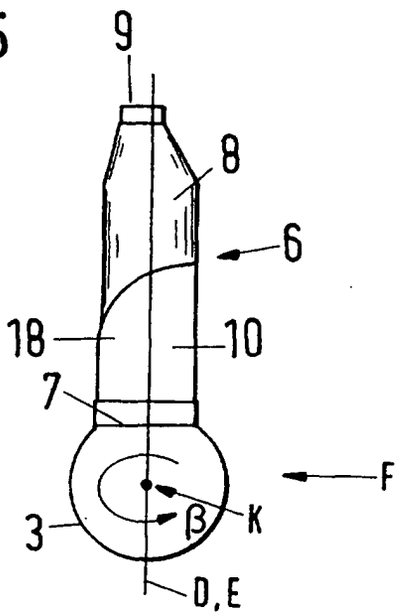


Fig. 6

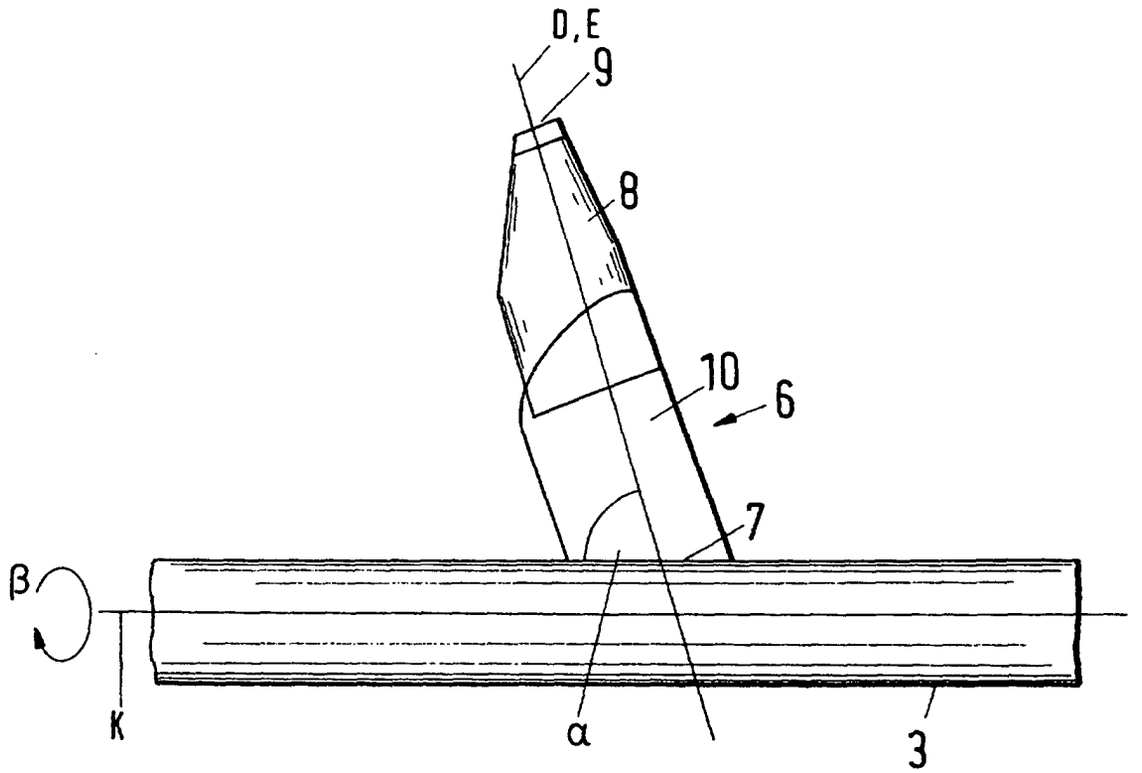


Fig.7

