

(19)



(11)

EP 2 184 115 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2013 Patentblatt 2013/11

(51) Int Cl.:
B05D 5/08 ^(2006.01) **B05D 1/04** ^(2006.01)
B05D 1/40 ^(2006.01) **F28F 13/04** ^(2006.01)
F28F 13/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09174287.4**

(22) Anmeldetag: **28.10.2009**

(54) **Hydrophobe Beschichtung von Kondensatoren im eingebauten Zustand**

Water-repellent coating in in-built condensers

Revêtement hydrophobe de condensateurs en état intégré

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **10.11.2008 DE 102008056621**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.05.2010 Patentblatt 2010/19

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Haje, Detlef**
02828, Görlitz (DE)
• **Jockenhoevel, Tobias**
90419, Nürnberg (DE)
• **Zeining, Heinrich**
90587, Obermichelbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-01/56711 DE-A1-102007 008 038
DE-A1-102007 015 450 DE-C- 833 049
GB-A- 2 428 604 US-A- 3 899 366

EP 2 184 115 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kondensators für eine Wärmekraftanlage. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Beschichten eines eingebauten Kondensatorrohres mit einer hydrophoben Beschichtung.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In einer Dampfturbine wird die Totalenthalpie eines Wasserdampfes ausgenutzt, um eine Wärmeenergie, beispielsweise von Atomenergie, Kohle oder anderen Energieträgern, in mechanische Energie umzuwandeln. Dabei wird aus einem flüssigen Arbeitsmedium, wie beispielsweise Wasser, in einem Dampferzeuger Dampf bereitgestellt und einer Turbine zugeführt. In dieser Turbine kann eine Enthalpiedifferenz des Dampfes genutzt werden, um mechanische Energie zu erzeugen. Der Turbine nachgeschaltet wird ein Kondensator bzw. ein Dampfkondensator angeordnet, um eine isobare Kondensation des Wasserdampfes bereitzustellen.

[0003] Als Dampfkondensation sind Oberflächenkondensatoren für Dampfturbinenanlagen bekannt, wobei die Oberflächenkondensatoren eine Vielzahl von unbeschichteten Kondensatorrohren aufweisen. An den Kondensatorrohren, welche mit einem kühlenden Arbeitsmedium gefüllt sind, findet üblicherweise eine Filmkondensation statt, so dass der Flüssig Dampf in einen flüssigen Aggregatzustand übergeht.

[0004] Ferner können die Kondensatorrohre hydrophob beschichtet werden, um einen gezielten Übergang von Filmkondensation zu einer Tropfenkondensation bereitzustellen. Mittels einer Tropfenkondensation kann eine Steigerung des Wärmeübergangs erzielt werden, wodurch sich eine Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten um ca. 20 % einstellt. Dies führt wiederum zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades des Kondensators (kleinere Grädigkeit) oder zu einer Verringerung der Kosten und des Bauraums bei gleicher Grädigkeit.

[0005] DE 10 2007 008 038 A1 offenbart ein Verfahren, mit dem Wärmetauscherrohre mit einer hydrophoben Schicht besprüht werden. Die hydrophobe Schicht kann über Düsen auf die Kondensatorrohre aufgesprüht werden, wobei die Düsen flexible Zuleitungen aufweisen und in einer gelenkigen Kette nebeneinander angeordnet und befestigt sind. Insbesondere sind die Düsen an Düsenlanzen befestigt und können in ein Rohrbündel hineingeschoben werden. Ferner weist die Vorrichtung eine Spannvorrichtung auf, welche auf einem Stützblech des Kondensatorrohrbündels befestigt und gelöst werden kann.

[0006] DE 10 2007 015 450 A1 offenbart eine Beschichtung für Dampfkondensatoren. Diese Beschichtung besteht insbesondere aus einer hydrophoben Beschichtung. Die Beschichtung wird mittels eines Sol-Gel-Verfahrens aufgetragen.

[0007] GB 24 28 604 A offenbart eine Antifouling-Beschichtung auf einem Wärmetauscher. Eine Beschichtung kann beispielsweise über ein Sol-Gel-Verfahren oder über eine Tauchmethode aufgetragen werden.

Darstellung der Erfindung

[0008] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Kondensator mit einer verbesserten Wirksamkeit bereitzustellen.

[0009] Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst, insbesondere mittels eines Verfahrens zur Herstellung eines Kondensators für eine Wärmekraftanlage, sowie einer Vorrichtung zum Beschichten eines eingebauten Kondensatorrohres mit einer hydrophoben Beschichtung.

[0010] Gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Kondensators für eine Wärmekraftanlage beschrieben. Ein Kondensatorrohr wird in einen Träger für ein Kondensatorrohrbündel des Kondensators eingebaut. Das eingebaute Kondensatorrohr wird mit einer hydrophoben Beschichtung beschichtet.

[0011] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform wird eine Vorrichtung zum Beschichten eines eingebauten Kondensatorrohres mit einer hydrophoben Beschichtung gemäß den oben beschriebenen Herstellungsverfahren geschaffen. Die Vorrichtung weist einen Sprühkopf zum Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung auf.

[0012] Gemäß einer weiteren beispielhaften, oder nicht beanspruchten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Kondensator für eine Wärmekraftanlage geschaffen. Der Kondensator wird mit dem oben beschriebenen Verfahren hergestellt. Der Kondensator weist einen Träger mit einem eingebauten Kondensatorrohr auf, wobei das eingebaute Kondensatorrohr eine hydrophobe Beschichtung aufweist.

[0013] Unter dem Begriff "Kondensatorrohrbündel" kann ein Kondensatorrohr oder eine Vielzahl von Kondensatorrohren verstanden werden, welche in einem Träger (Kondensatorrohrträger) in einem bestimmten Abstand zueinander gehalten werden und eine Kondensatorroereinheit bzw. das Kondensatorrohrbündel bilden. Ein zu kühlender Wasserdampf kann beispielsweise auf ein Kondensatorrohrbündel auftreffen, so dass der Wasserdampf durch das Kondensatorrohrbündel an den einzelnen Kondensatorrohren vorbeiströmen kann. Der Träger kann ferner ausgebildet sein, die einzelnen Kondensatorrohre in einen definierten Abstand zu beabstanden, so dass der Wasserdampf zwischen den Kondensatorrohren hindurchströmen und durch die Kondensatorrohre gekühlt werden kann. Der Träger kann beispielsweise aus Rohrböden und Stützwänden bestehen, welche Bohrungen und Aufnahmeeinheiten aufweisen an denen die einzelnen Kondensatorrohre befestigt werden können.

[0014] Unter dem Begriff "hydrophob" bzw. "hydropho-

be Beschichtung" kann eine Oberfläche verstanden werden, welche wasserabweisend ist, bzw. an welcher eine Tropfenkondensation stattfinden kann. Zudem kann im Folgenden unter dem Begriff "hydrophober Beschichtung" ebenfalls eine Beschichtung verstanden werden, welche einen oleophoben Effekt aufweist, das heißt welche einen Öl abweisenden Effekt aufweist. Eine hydrophobe Beschichtung weist einen Kontaktwinkel bei Flüssigkeitstropfen von über 90° auf. Der Kontaktwinkel kann bei hydrophoben Beschichtungen bis zu 130° reichen. Mit strukturierten Oberflächen kann ein superhydrophober Effekt mit einem Kontaktwinkel von größer als 130° oder größer als 160° (Grad) erzielt werden (z.B. Lotus-Effekt). Der Kontaktwinkel definiert einen Winkel zwischen einer Oberfläche einer Beschichtung und einem tangential an einem Flüssigkeitstropfen verlaufenden Vektor im Kontaktpunkt des Tropfens mit einer Bauteiloberfläche. Bei einem Kontaktwinkel von über 90° bildet sich bei einem Wassertropfen auf einer Oberfläche eine Tropfenform aus, so dass bei einem Kontaktwinkel von über 90° eine Tropfenkondensation bereitstellbar sein kann.

[0015] Üblicherweise werden Kondensatorrohre vor Einbau in den Träger beschichtet und nach der Beschichtung in den Träger für das Kondensatorrohrbündel eingeschoben. Das Einschieben bzw. der Einbau der bereits beschichteten Kondensatorrohre kann jedoch die hydrophobe Beschichtung beschädigen. Hydrophobe Beschichtungen weisen sensible Eigenschaften auf, so dass eine geringe Abriebsfestigkeit vorliegt und das Verletzungsrisiko der hydrophoben Beschichtungen auf den Kondensatorrohren bei dem Einbau hoch ist. Besonders wünschenswert kann dabei eine Beschichtung der Kondensatorrohre mit superhydrophoben Schichten (z.B. Beschichten mit "Lotus-Effekt") sein, wobei solche superhydrophoben Schichten besonders sensibel hinsichtlich mechanischer Beanspruchung sind, so dass ein nachträglicher Einbau der beschichteten Kondensatorrohre zu einem hohen Risiko von Beschichtungsschäden führt. Ferner kann die Beschichtung neben dem Einschieben der Kondensatorrohre ebenfalls durch die Befestigungsverfahren der Kondensatorrohre an dem Träger des Kondensatorrohrbündels beschädigt werden. Kondensatorrohre werden beispielsweise an den Träger geschweißt, wodurch es zu einer Verletzung der hydrophoben Beschichtung kommen kann. Zudem ist ein hoher Wartungsaufwand notwendig, um hydrophob beschichtete Kondensatorrohre mittels Rohraustausch nachzurüsten, so dass lange Wartungs- und Rüstzeiten bestehen.

[0016] Mittels des beanspruchten Herstellverfahrens wird eine hydrophobe Beschichtung auf ein eingebautes Kondensatorrohr aufgetragen. Mit anderen Worten wird auf ein bereits in einem Kondensatorrohrbündel befestigtes Kondensatorrohr die hydrophobe Beschichtung aufgetragen. Somit besteht die Möglichkeit, einen sich in der Herstellung befindlichen Kondensator in einem einzigen Beschichtungsvorgang zu behandeln, so dass die Kondensatorrohre des Kondensators in einem Arbeits-

schritt mit der hydrophoben Beschichtung versehen werden können, womit ein Produktionszeitaufwand reduziert werden kann. Zudem kann bei späteren Wartungsvorgängen der Kondensatoren eine hydrophobe Beschichtung erneuert werden, ohne dass die einzelnen Kondensatorrohre ausgebaut werden müssen.

[0017] Bei dem beanspruchten Herstellverfahren des Kondensators kann ferner nur ein Teil von Kondensatorrohren in dem eingebauten Zustand beschichtet werden und ein anderer Teil an Kondensatorrohren unbeschichtet bleiben. Beispielsweise tragen jeweils die äußeren Rohre eines Kondensatorrohrbündels am stärksten zur Kondensationsleistung des Kondensators bei. Daher können die Vorteile der Erfindung bereits damit erreicht werden, indem in dem Träger des Kondensatorrohrbündels die äußeren Kondensatorrohre zunächst eingebaut werden und in einem eingebauten Zustand mit der hydrophoben Beschichtung beschichtet werden. Somit weisen zumindest die äußeren Kondensatorrohre des Kondensatorrohrbündels eine hochqualitative hydrophobe Beschichtung auf. Da diese äußeren, sich am Rand des Trägers befindenden Kondensatorrohre die stärkste Kondensationsleistung des Kondensators bereitstellen, ist es besonders vorteilhaft, gerade bei diesen Kondensatorrohren eine hochqualitative hydrophobe Beschichtung bereitzustellen. Somit kann eine Erzielung einer höheren Kondensationsleistung des Kondensators ohne Ausbau der Kondensatorrohre ermöglicht werden.

[0018] Ferner besteht eine verbesserte Servicemöglichkeit und eine bessere Retrofit-Möglichkeit (Instandhaltungs- oder Nachrüstmöglichkeit). Gerade für einen Kraftwerksbetreiber kann dies einen wichtigen Faktor darstellen, da ein kurzer Stillstand der Dampfturbine bzw. des Kondensators ohne wesentliche Montagearbeit für eine deutliche Verbesserung des Wirkungsgrades führt. Ferner kann für den Hersteller der Dampfturbine ein attraktives Geschäftsfeld in dem Servicebereich bereitgestellt werden.

[0019] Durch den Auftrag der Beschichtung der Kondensatorrohre in eingebautem Zustand kann ferner eine Wahl der Beschichtung getroffen werden, ohne auf Montagebelange Rücksicht zu nehmen. Gerade bei beschichteten Kondensatorrohren muss Rücksicht genommen werden, dass beispielsweise die Beschichtung mit Befestigungsmitteln am Träger in Kontakt kommen, welches zu einer Abnutzung der Beschichtung führt. Ein komplexes Einschiebverfahren der Kondensatorrohre durch eine Reihe von Befestigungsbohrungen kann bisher eine Einsatzmöglichkeit von den mechanisch weniger stabilen strukturierten hydrophoben Beschichtungen ausschließen. Durch eine nachträgliche Beschichtung der eingebauten Kondensatorrohre mittels des beanspruchten Herstellverfahrens kann somit ein Auftrag von hydrophoben Beschichtungen auf den Kondensatorrohren ermöglicht werden, so dass eine weitere Verbesserung der Kondensationseigenschaften geschaffen werden kann.

[0020] Ferner weist das Beschichten des eingebauten

Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung zumindest ein Positionieren einer Sprühvorrichtung an dem Träger oder relativ zum Träger auf. Mittels der Sprühvorrichtung wird anschließend ein Aufsprühen der hydrophoben Beschichtung bereitgestellt, um das eingebaute Kondensatorrohr mit der hydrophoben Beschichtung zu beschichten. Mittels der Sprühlackierung kann aufgrund eines sehr feinen Sprühstaubs der hydrophoben Beschichtungsmaße ein besonders dünner und gleichmäßiger Auftrag der hydrophoben Beschichtung auf dem eingebauten Kondensatorrohr bereitgestellt werden.

[0021] Zudem weist der Schritt des Beschichtens des eingebauten Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung ein Bewegen der Sprühvorrichtung während des Aufsprühens mit einem gleichmäßigen Vorschub entlang einer Erstreckungsrichtung des eingebauten Kondensatorrohres auf. Somit kann selbsttätig ein gleichmäßiges Besprühen bzw. Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres bereitgestellt werden. Gerade bei manuellem Auftragen einer Beschichtung kann es durch einen unregelmäßigen manuellen Vorschub zu Unregelmäßigkeiten bei dem Sprühauftrag der hydrophoben Beschichtung kommen, so dass unterschiedliche Schichtdicken auf dem Kondensatorrohr erzielt werden. Mittels des Einsatzes der Sprühvorrichtung, welche einen gleichmäßigen Vorschub bereitstellt, kann eine vordefinierte und gleichmäßige Schichtdicke der hydrophoben Beschichtung bereitgestellt werden, so dass vordefinierte und verbesserte Kondensatorwirkungen des Kondensatorrohres erreicht werden können. Ferner kann durch mehrmaliges Verfahren mit dem gleichmäßigen Vorschub eine Vielzahl von Schichten der hydrophoben Beschichtung aufgetragen werden. So kann beispielsweise eine hydrophobe Beschichtung aus 10, 12 oder mehr Unterschichten bestehen. Neben einem gleichmäßigen Vorschub entlang einer Erstreckungsrichtung des eingebauten Kondensators ist auch ein gleichmäßiger Vorschub orthogonal zur Erstreckungsrichtung des eingebauten Kondensatorrohres bereitstellbar.

[0022] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform des Verfahrens ist der Kondensator während des Beschichtens an der Wärmekraftanlage montiert und z.B. bereits vor dem Beschichtungsvorgang in Betrieb gewesen. Der Kraftwerksbetreiber kann somit ohne ein Entleeren der Kondensatorrohre und somit mit minimalem Aufwand eine Ausbesserung oder einen Auftrag der hydrophoben Beschichtung auf dem eingebauten Kondensatorrohr vornehmen. Ein Ausbau des Kondensatorrohres und somit ein Unterbrechen des Betriebs des Kondensators kann vermieden werden.

[0023] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform wird das eingebaute Kondensatorrohr mittels einer Streichbeschichtung mit der hydrophoben Beschichtung beschichtet. Mittels der Streichbeschichtung kann in einfacher und schneller Art und Weise ein Kondensatorrohr mittels der hydrophoben Beschichtung be-

schichtet werden. Beispielsweise können bei der Streichbeschichtung Pinselvorrichtungen eingesetzt werden.

[0024] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist die Sprühvorrichtung einen Sprühkopf auf, wobei das Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung ferner den Schritt des Einbringens des Sprühkopfs in den Träger aufweist, um das eingebaute Kondensatorrohr mit der hydrophoben Beschichtung zu beschichten.

[0025] Unter dem Begriff "Einbringen" des Sprühkopfs in den Träger kann beschrieben werden, dass neben dem Einsprühen der äußeren Kondensatorrohre des Kondensatorrohrbündels ebenfalls eine Möglichkeit bereitgestellt wird, das Innere eines Kondensatorrohrbündels zu beschichten. Dabei kann der Sprühkopf derart in den Träger eingebracht werden, dass der Sprühkopf zwischen den Kondensatorrohrabständen hindurchgeführt werden kann und somit innenliegende Kondensatorrohre, welche beispielsweise keinen direkten Anschluss mit dem Umfeld des Kondensatorrohrbündels aufweisen, beschichten kann. Somit können auch verdeckt eingebaute Kondensatorrohre mit der hydrophoben Beschichtung im eingebauten Zustand beschichtet werden, so dass ein Ausbau dieser innen liegenden Rohre ebenfalls nicht notwendig sein kann. Die Sprühvorrichtung kann beispielsweise am oder im Träger des Kondensatorrohrbündels positioniert werden und mittels des gleichmäßigen Vorschubs entlang der Kondensatorrohre einen Sprühauftrag der Beschichtung bereitstellen.

[0026] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist der Schritt des Beschichtens des eingebauten Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung ferner ein Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres mittels Elektrospritzlackierens auf. Mittels des Elektrospritzlackierens kann beispielsweise der Grad der Beschichtung durch elektrostatische Effekte verbessert werden. Bei dem Verfahren des Elektrospritzlackierens kann der Sprühnebel der hydrophoben Beschichtung während des Auftrags elektrostatisch aufgeladen werden, zum Beispiel mit 35kV (Kilovolt), 40 kV oder 50 kV, und auf geerdete Kondensatorrohre aufgespritzt werden. Dabei werden die Kondensatorrohre mit einem Erdpotenzial verbunden. Beispielsweise kann der Träger des Kondensatorrohrbündels ein metallischer Leiter sein und somit als elektrisch leitendes Strukturbauteil verwendet werden. Die Kondensatorrohre selbst oder die elektrisch leitenden Strukturbauteile können mit einer Verbindung mit dem Boden (Erdung, Erdpotenzial) versehen werden. Die hydrophobe Beschichtung kann beispielsweise mit einer Spannungsquelle elektrostatisch aufgeladen werden. Somit besteht mittels des Elektrospritzlackierens der Vorteil, dass die hydrophobe Beschichtung beispielsweise bei einem Sprühauftrag gleichmäßig verteilt wird und zudem der Verlust an Material der hydrophoben Beschichtung reduziert werden kann. Ferner wird bei Auftrag der hydrophoben Beschichtung auf den Kondensatorrohren mittels Elektrospritzlackierens eine allseitige Beschichtung der Kondensator-

rohre ermöglicht. Wenn sich beispielsweise der Sprühkopf auf einer Seite des Kondensatorrohres befindet, kann sich dennoch der Sprühnebel auf der gegenüberliegenden Seite der Kondensatorrohre aufgrund der elektrostatischen Aufladung niederlegen, so dass eine hydrophobe Beschichtung auch an gegenüberliegenden Stellen der Kondensatorrohre bereitgestellt werden kann. Bei dem Elektrospritzlackieren kann mittels geeigneter Wahl der Dosierung der hydrophoben Beschichtung sowie mit geeigneter Wahl des Vorschubs oder der angelegten statischen Spannung eine vordefinierte dünne und gleichmäßige hydrophobe Beschichtung auf den Kondensatorrohren bereitgestellt werden, so dass vordefinierte hydrophobe Eigenschaften an jedem der Kondensatorrohre bereitgestellt werden können.

[0027] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform wird die hydrophobe Beschichtung auf dem eingebauten Kondensatorrohr mittels UV-Härtung, Dual Cure und/oder thermischer Aushärtung vernetzt.

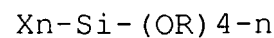
[0028] Unter dem Begriff "Vernetzen" kann eine Verbindung der Beschichtung mit einer Oberfläche der Kondensatorrohre verstanden werden. Der Begriff "Vernetzung" kann bedeuten, dass die Beschichtung fest mit der Oberfläche der Kondensatorrohre verbunden wird. Dies wird beispielsweise dadurch ermöglicht, dass sich die Moleküle der Beschichtung mit den Atomen / Molekülen der Kondensatorrohroberfläche verbinden oder dass Moleküle der Beschichtung in Hohlräume der Oberfläche des Kondensatorrohres eingreifen und somit eine feste Verbindung schaffen.

[0029] Bei der UV-Härtung wird mittels eines UV-Strahlers ein ultraviolettes (UV) Licht in Richtung Beschichtung gestrahlt, so dass aufgrund der Anregung der Moleküle in der Beschichtung sowie aufgrund der entstehenden Temperatur eine Vernetzung der Beschichtung entsteht.

[0030] Eine weitere Technologie zur Vernetzung mittels UV-Härtung ist das Dual Cure Verfahren, bei welchem die Aushärtung zunächst durch UV-Strahlung initiiert wird und anschließend die hydrophobe Beschichtung bei Raumtemperatur vollständig ausgehärtet wird, so dass eine Vernetzung stattfindet.

[0031] Ferner wird unter dem Begriff "thermischer Aushärtung" eine Vernetzung durch Aushärtung aufgrund des Auftrags von thermischer Energie beschrieben. Die Temperaturbereiche bei der thermischen Aushärtung können zwischen 50°C bis 100°C oder im Bereich zwischen 100°C und 200°C oder auch zwischen 100°C bis 250°C liegen. Die thermische Energie kann beispielsweise mittels Heizstrahlern, Heizspulen, Widerstandsheizungen oder Warmluftgebläse aufgetragen werden. Ferner kann die thermische Energie zur Aushärtung mittels eines Heizfluids in den Kondensatorrohren erzielt werden, so dass keine weiteren thermischen Energiequellen benötigt werden können. Andererseits kann das Arbeitsfluid in den Kondensatorrohren abgelassen werden, um eine nachteilige Wärmekapazität eines Fluid gefüllten Rohres zu vermeiden.

[0032] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform wird in dem Schritt des Beschichtens des eingebauten Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung ein Sol-Gel-Verfahren eingesetzt. Bei der Beschichtung mittels des Sol-Gel-Verfahrens werden hydrophobe Beschichtungen eingesetzt, welche einen Sol-Gel-Aufbau aufweisen. Solche Sol-Gel-basierte hydrophobe Beschichtungen basieren auf Hybrid-Polymeren, welche einen Netzwerk-Aufbau mit organischen und anorganischen Komponenten aufweisen. Als Ausgangsstoff zur Herstellung solcher Sol-Gel-Beschichtungen können organisch modifizierte Metalloxide, wie beispielsweise Si-, Ti-, Zr- oder Al-Alkoxide, verwendet werden. Bevorzugterweise können Si-Alkoxide als Präkursoren zum Einsatz kommen, welche beispielsweise die folgende chemische Struktur aufweisen:



wobei:

X = organische Modifikation des Alkoxides

R = Alkyl-Gruppe (z.B. Methyl, Ethyl) oder Aryl-Gruppe (z.B. Phenyl)

[0033] X (organische Modifikation des Alkoxides) kann eine reaktive bzw. nicht-reaktive Seitenkette sein. Die Herstellung der Beschichtung erfolgt durch Hydrolyse und Kondensation der Metall-Alkoxide. Die organische Modifikation des Metalloxides kann die Eigenschaften der Beschichtung beeinflussen. Die hydrophoben Seitenketten X (z.B.: Alkylketten, Alkylgruppen, Fluore-Alkylketten, Siloxan-Gruppen) reduzieren die Oberflächenenergie der Beschichtung und bewirken einen Wasser (hydrophoben) und Öl (oleophoben) abweisenden Effekt. Die organische Modifikation kann eine ausreichende Wasserdampfstabilität aufweisen.

[0034] Das beschriebene hydrophobe Sol-Gel-basierte Beschichtungsmaterial kann durch den Einbau von Oberflächen behandelten nano- bzw. mikroskaligen Partikeln weiter modifiziert werden, wodurch zum Beispiel die mechanische Abriebsbeständigkeit oder die Korrosionsbeständigkeit verbessert werden kann.

[0035] Die hydrophoben Sol-Gel-Beschichtungen können in dem Sol-Gel-Verfahren beispielsweise über nasschemische Verfahren wie z.B. Sprühen, Tauchen, Fluten, Rollen oder Streichen auf das Substrat (Kondensatorrohr) aufgetragen werden. Die Beschichtungen werden anschließend thermisch ausgehärtet bzw. vernetzt. Beispielsweise können hierbei die Temperaturbereiche des oben beschriebenen Vernetzungsschrittes verwendet werden, aber auch eine Aushärtungstemperatur in Temperaturbereichen von Raumtemperatur bis zu 400°C (Celsius) sind möglich. Eine höhere Härtungstemperatur über 400°C führt kann zu einer glasartigen Schicht führen, wobei die hydrophoben Eigenschaften

reduziert werden können. Ferner weisen kurzkettenige Seitengruppen, wie z.B. X = Methyl-Gruppen, Aryl-Gruppen, eine ausreichende thermische Stabilität auf. Ferner kann eine Schichtdicke in einem Bereich von 100 nm (Nanometer) bis 100 µm (Mikrometer) erreicht werden.

[0036] Die hydrophoben Beschichtung auf dem eingebauten Kondensatorrohr kann mittels des Sol-Gel-Verfahrens derart aufgetragen werden, dass beispielsweise der Kontaktwinkel der hydrophoben Beschichtung bei 90° (Grad), 100° oder 120° liegt. Im Vergleich zu unbehandelten Metalloberflächen bzw. Rohroberflächen der Kondensatorrohre wird durch den Einsatz einer hydrophoben Beschichtung mit einem Kontaktwinkel zwischen 90° und 130°, insbesondere zwischen z.B. Beispiel 100° und 120°, ca. 20 % mehr Kondensat aufgefangen, wodurch die Kondensatorleistung des Kondensators deutlich verbessert werden kann.

[0037] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist der Kondensator ein Dampfkondensator und die Wärmekraftanlage ist eine Dampfturbinenanlage.

[0038] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Vorrichtung zum Beschichten eines eingebauten Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung nach dem oben beschriebenen Herstellungsverfahren eine Positionierungseinrichtung zum Positionieren der Vorrichtung relativ zu dem Träger des Kondensatorrohrbündels auf. Ferner weist die Vorrichtung eine Bewegungseinrichtung zum Verfahren des Sprühkopfs entlang und/oder quer zu einer Erstreckungsrichtung des Kondensatorrohres auf. Die Positionierungseinrichtung kann beispielsweise eine eigenständige Einheit sein und relativ zum Träger fixiert werden. Andererseits kann die Positionierungseinrichtung an dem Träger selbst befestigt werden und die Beschichtungsvorrichtung halten. Die Vorrichtung zum Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres kann beispielsweise die Sprühvorrichtung sein.

[0039] Ferner weist die Beschichtungsvorrichtung den Sprühkopf zum Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres mit der hydrophoben Beschichtung auf. Der Sprühkopf kann beispielsweise aus einer Düse bestehen, welche die hydrophobe Beschichtung in einer feinen Zerstäubung auf eine Oberfläche der Kondensatorrohre auftragen kann. Die Bewegungseinrichtung kann mit der Positionierungseinrichtung verfahrbar verbunden sein und entlang einer vordefinierten linearen Bewegungsrichtung verfahren werden, so dass mittels des Sprühkopfs ein gleichmäßiger Auftrag der hydrophoben Beschichtung auf den Kondensatorrohren bereitgestellt werden kann.

[0040] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Vorrichtung ist der Sprühkopf derart eingerichtet ist, dass mittels Elektrospritzlackierens die hydrophobe Beschichtung auf das eingebaute Kondensatorrohr auftragbar ist. Beispielsweise kann hierbei der Sprühkopf mit einer Spannungsquelle verbunden werden und somit einen Sprühnebel der hydrophoben Be-

schichtung elektrostatisch aufladen.

[0041] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist die Vorrichtung zum Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres ein Verbindungsrohr auf. Das Verbindungsrohr kann die Bewegungseinrichtung und den Sprühkopf verbinden. Das Verbindungsrohr weist dabei eine Helixform auf, wobei die Steigung der Helixform an einen Kondensatorrohrradius und an die Kondensatorrohrabstände der Kondensatorrohre in dem Kondensatorrohrbündel anpassbar ist. Die Helixform des Verbindungsrohres beschreibt mit anderen Worten eine Schraubenlinie, ähnlich wie bei einem Korkenzieher. Einerseits kann die Steigung der Helixform an Kondensatorrohrradien und an die Kondensatorrohrabstände fix vordefiniert werden und mittels Drehung des Verbindungsrohres der Sprühkopf entlang der Kondensatorrohre eingeschraubt bzw. eingedreht wird. Das Verbindungsrohr kann somit bereits bei seiner Herstellung fest an die Kondensatorrohrradien und die Kondensatorrohrabstände angepasst sein. In einer anderen Ausführungsform kann das Verbindungsrohr aus einem elastischen Material bzw. verformbaren Material, wie beispielsweise Gummi, hergestellt sein, so dass sich während des Drehens das Verbindungsrohr in das Kondensatorrohrbündel das Verbindungsrohr an die Kondensatorrohrradien und die Kondensatorrohrabstände anpasst und somit die Helixform ausbildet. Mit dem anpassbaren Verbindungsrohr kann eine Möglichkeit bereitgestellt werden, ein bestehendes Kondensatorrohrbündel aus einer Vielzahl von Kondensatorrohren mit einer hydrophoben Beschichtung zu beschichten. Somit können selbst innen liegende Kondensatorrohre des Kondensatorrohrbündels mit der hydrophoben Beschichtung beschichtet werden. Ein Ausbau der innen liegenden und somit verdeckt liegenden Kondensatorrohre aus dem Kondensatorrohrbündel ist somit nicht länger notwendig, um eine hydrophobe Beschichtung der Kondensatorrohre bereitzustellen.

[0042] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist der Kondensator als Heizkondensator ausgeführt. Unter einem Heizkondensator kann ein Kondensator verstanden werden, welcher mit einem höheren Dampfdruck versorgt wird, um damit den Kondensationspunkt des Dampfes in höhere Temperaturbereiche zu verschieben. Der hohe Dampfdruck in dem Heizkondensator kann beispielsweise erzeugt werden, indem Dampf mit einem hohen Druck und hoher Temperatur aus einer Turbinenstufe einer Wärmekraftanlage entnommen wird und dem anschließend dem Heizkondensator zugeführt wird. Mit der vorgeschlagenen technischen Lösung kann die Grädigkeit (d.h. die Temperaturdifferenz zwischen einer primären und sekundären Rücklauftemperatur) der Heizkondensatoren verringert werden (also ihre die Funktion verbessert oder wieder hergestellt werden), wodurch bei gleichen Heizdampfparametern eine etwas höhere Temperatur des Wärmeträgermediums (Fluid des Fernwärmenetzes) erreicht werden kann. Auf der anderen Seite kann bei gleicher Grädigkeit eine geringere

Wärmetauscherfläche verwendet werden (Kosten- und / oder Platzeinsparung), oder die Leistung eines bestehenden Wärmetauschers kann erhöht werden.

[0043] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist der Kondensator als Hochdruckvorwärmer oder als Niederdruckvorwärmer ausgeführt.

[0044] Ein Niederdruckvorwärmer kann beispielsweise vor einem Speisewasserbehälter angeordnet werden und von sogenannten Kondensatpumpen das Arbeitsfluid (z.B. Wasser) im kondensierten flüssigen Zustand erhalten. Zusätzlich kann von den Dampfturbinen unter einem Druck stehender Wasserdampf entnommen werden und dem Niederdruckvorwärmer zugeführt werden. Damit wird im Niederdruckvorwärmer und somit auch im anschließenden Speisewasserbehälter das Temperaturniveau des Arbeitsfluids erhöht. Diese Erhöhung des Temperaturniveaus erhöht den Wirkungsgrad des Dampfkreislaufes in der Wärmekraftanlage. Auch hier wird mittels der neuen Lösung eine Verbesserung / Wiederherstellung der Funktion und / oder eine Kostenreduzierung und / oder eine Leistungserhöhung des Apparates erreicht.

[0045] Ein Hochdruckvorwärmer kann zwischen dem Speisewasserbehälter und dem Dampferzeuger der Wärmekraftanlage angeordnet werden. Ähnlich wie beim Niederdruckvorwärmer wird dem Hochdruckvorwärmer ein unter (höherem) Druck stehender, heißer Wasserdampf aus den Dampfturbinen zugeführt. Somit wird das energetische Niveau, insbesondere das Temperaturniveau, des in den Dampferzeuger eintretenden Speisewassers erhöht. Damit kann ein Wirkungsgrad des Dampfkreislaufes in der Wärmekraftanlage erhöht werden. Verbesserungen in Funktion, Kosten und / oder Leistung können in ähnlicher Weise wie beim Niederdruckvorwärmer erreicht werden.

[0046] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform des Kondensators wird dieser in der Wärmekraftanlage eines Heizkraftwerks verwendet. Ein Heizkraftwerk dient zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme mit einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozess. Die abgezweigte Wärme des Dampfkreislaufes in dem Heizkraftwerk kann über den Kondensator (z.B. ausgeführt als Heizkondensator) oder einem anderen Wärmetauscher an ein Arbeitsmedium eines Fernwärmekreislaufs abgeführt werden. In einem Heizkraftwerk mit einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozess kann die ungenutzte Abwärme damit in ein Fernwärmesystem zur Weiternutzung verwendet werden.

[0047] Es wird daraufhingewiesen, dass Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf unterschiedliche Erfindungsgegenstände beschrieben wurden. Insbesondere sind einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und andere Ausführungsformen der Erfindung mit Verfahrensansprüchen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0048] Im Folgenden werden zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kondensatorrohrbündels mit einer hydrophoben Beschichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Draufsicht auf Kondensatorrohre in einem Kondensatorrohrbündel gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 3 eine beispielhafte Ausführungsform von Kondensatorrohren, welche mittels Elektrospritzlackierens behandelt werden.

[0049] Detaillierte Beschreibung von exemplarischen Ausführungsformen. Gleiche oder ähnliche Komponenten sind in den Figuren mit gleichen Bezugsziffern versehen. Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich.

[0050] Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Kondensators 100, z.B. eines Dampfkondensators 100, für eine Wärmekraftanlage, beispielsweise einer Dampfturbinenanlage. Der Kondensator 100 kann mit dem beschriebenen Herstellungsverfahren mit einer hydrophoben Beschichtung beschichtet werden. Der Kondensator 100 weist dabei einen Träger 105 auf, in welchem eingebaute Kondensatorrohre 101 befestigt sind. Ein eingebautes Kondensatorrohr 101 weist dabei eine hydrophobe Beschichtung auf.

[0051] Gemäß dem Verfahren zur Herstellung des Kondensators 100 für eine Dampfturbinenanlage wird zunächst ein Kondensatorrohr 101 in den Träger 105 für ein Kondensatorrohrbündel 203 des Kondensators 100 eingebaut. Das eingebaute Kondensatorrohr 101 wird mit einer hydrophoben Beschichtung beschichtet.

[0052] Dabei kann der Träger 105 verwendet werden, um jedes der Kondensatorrohre 101 zu halten und zu befestigen, so dass aus der Vielzahl von befestigten Kondensatorrohren 101 das Kondensatorrohrbündel 203 bereitgestellt werden kann. Das Kondensatorrohrbündel 203 weist dabei äußere Kondensatorrohre 101 und innen liegende Kondensatorrohre 101 auf, welche keinen Kontakt zu dem Umfeld des Kondensatorrohrbündels 203 haben.

[0053] Die eingebauten Kondensatorrohre 101 weisen im Betrieb des Kondensators 100 ein Kühlfluid, z.B. Kühlwasser, auf, um durch Abkühlung eines vorbeiströmenden Wasserdampfs eine Kondensation des Wasserdampfs bereitzustellen. Durch die hydrophobe Beschichtung der eingebauten Kondensatorrohre 101 findet ferner eine Tropfenkondensation des vorbeiströmenden Wasserdampfes statt.

[0054] Gemäß dem beschriebenen Herstellverfahren kann mittels der Sprühvorrichtung 106 eine hydrophobe Beschichtung auf die Kondensatorrohre 101 aufgetragen werden. Die Kondensatorrohre 101 befinden sich bei dem Auftragen der hydrophoben Beschichtung bereits in einem eingebauten Zustand an dem Träger 105, so dass ein zeitintensiver Ausbau zur Beschichtung der Kondensatorrohre 101 nicht notwendig ist. Ferner wird vermieden, dass die hydrophobe Beschichtung eines Kondensatorrohres 101 bei dessen Einbau beschädigt wird.

[0055] Die Sprühvorrichtung 106 kann beispielsweise einen Sprühkopf 102 aufweisen, mit welchem eine hydrophobe Beschichtung auf die Kondensatorrohre 101 aufgesprüht werden kann. Dabei bildet sich ein definierter Sprühkegel 104 aus. Neben dem Besprühen der Kondensatorrohre 101 mittels eines Sprühkopfs 102 ist ebenso eine Streichbeschichtung, z.B. mittels Pinseleinrichtungen, möglich.

[0056] Einerseits kann der Sprühkopf 102 entlang der Längsrichtung (Erstreckungsrichtung) der äußeren Kondensatorrohre 101 verfahren werden, so dass zumindest die äußeren Kondensatorrohre 101 mit der hydrophoben Beschichtung beauftragt werden können. Ferner kann der Sprühkopf 102 der Sprühvorrichtung 106 derart klein ausgeführt sein, dass der Sprühkopf 102 zwischen einem Kondensatorrohrabstand a eingefügt werden kann. Somit kann die Sprühvorrichtung 106 zumindest auch die zweite Reihe der Kondensatorrohre 101 in dem Kondensatorrohrbündel 203 mit einer hydrophoben Beschichtung beschichten.

[0057] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform kann die Sprühvorrichtung 106 ein Verbindungsrohr 103 aufweisen, so dass auch alle innen liegenden Kondensatorrohre 101 des Kondensatorrohrbündels 203 in einem eingebauten Zustand mit der hydrophoben Beschichtung beschichtet werden können. Das Verbindungsrohr 103 kann dabei eine Helixform (Schraubenlinie) aufweisen, wobei die Steigung der Schraubenlinie derart gewählt werden kann, dass die Steigung sich an die Kondensatorrohrradien r und an die Kondensatorrohrabstände a anpasst.

[0058] Damit kann erreicht werden, dass mittels Drehens des Verbindungsrohrs 103 sich der Sprühkopf 102 in das Kondensatorrohrbündel 203 einschraubt. Somit kann jedes innen liegende Kondensatorrohr 101 mittels der hydrophoben Beschichtung beschichtet werden.

[0059] Fig. 2 illustriert eine Draufsicht auf eingebaute Kondensatorrohre 101 in dem Kondensatorrohrbündel 203. Der Träger 105 der Kondensatorrohrbündel 203 weist beispielsweise einen Kondensatorrohrboden 202 und eine Vielzahl von Stützwänden 201 auf, um die Kondensatorrohre 101 zu halten. Die hydrophobe Beschichtung kann entweder entlang der Längsrichtung oder entlang der Querrichtung der Kondensatorrohre aufgetragen werden. Entlang der Querrichtung oder Längsrichtung der Kondensatorrohre 101 kann die Sprühvorrichtung 106 die hydrophobe Beschichtung entweder in einer

Richtung oder alternierend aufgetragen werden. Ferner kann die Sprühvorrichtung 106 entlang der Längsrichtung bzw. der Querrichtung der Kondensatorrohre 101 verfahren werden. Die Sprühvorrichtung 106 kann den Sprühkopf beispielsweise alternierend oder abwechselnd in einer Richtung entlang der Erstreckungsrichtung der Kondensatorrohre 101 oder entlang der Querrichtung verfahren. Ebenso ist eine Mischung beider Bewegungsrichtungen (entlang der Erstreckungsrichtung und entlang der Querrichtung) möglich. Hierbei kann beispielsweise die Sprühvorrichtung 106 entlang einer Positionierungseinrichtung bzw. einer Bewegungseinrichtung verfahren werden und während des Verfahrens kann sich der Sprühkopf 102 relativ zu der Bewegungsrichtung der Sprühvorrichtung 106 quer rotieren bzw. eine Nickbewegung durchführen, so dass eine Mischung aus zwei Sprührichtungen ermöglicht wird. Dies ermöglicht ein zügiges Auftragen der hydrophoben Beschichtung.

[0060] Fig. 3 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Aufbaus zum Auftragen der hydrophoben Beschichtung mittels Elektrospritzlackierens. Die Kondensatorrohre 101 bzw. der Träger 105 können elektrisch leitend sein und somit elektrisch leitende Strukturbauteile 303 darstellen. Diese elektrisch leitenden Strukturbauteile 303 können mit einem Erdpotenzial 302 verbunden werden. Die Sprühvorrichtung 106 und/oder der Sprühkopf 102 werden mit einer Spannungsquelle 301 verbunden, so dass der Sprühnebel der hydrophoben Beschichtung elektrostatisch aufgeladen werden kann, zum Beispiel mit 30kV, 40 kV, 50kV oder 60kV (Kilovolt). Aufgrund der geerdeten Kondensatorrohre 101 wird der elektrostatisch aufgeladene Sprühnebel der hydrophoben Beschichtung angezogen, so dass sich der Sprühnebel gleichmäßig auf die Kondensatorrohre 101 aufträgt. Durch das Anziehen des elektrostatisch aufgeladenen Sprühnebels der hydrophoben Beschichtung kann ein eingebautes Kondensatorrohr 101 umfassend mit der hydrophoben Beschichtung besprüht werden. Selbst wenn der Sprühkopf 102 auf einer Seite des Kondensatorrohres den Sprühnebel aufträgt, kann aufgrund der elektrostatischen Anziehung auf der Gegenseite des Kondensatorrohres 101 der Sprühnebel angezogen werden, so dass sich auch auf der Gegenseite die hydrophobe Beschichtung anlegt. Somit kann selbst bei schlecht erreichbaren Kondensatorrohren 101 im eingebauten Zustand eine gleichmäßige Beschichtung der hydrophoben Beschichtung bereitgestellt werden.

[0061] Mit der vorliegenden Erfindung kann somit ein Kondensatorrohrbündel 203 für einen Kondensator 100 bereitgestellt werden, welches eingebaute und hydrophob beschichtete Kondensatorrohre 101 aufweist. Aufgrund der Beschichtung der Kondensatorrohre 101 in eingebautem Zustand kann der Herstellungsprozess des Kondensatorrohrbündels 203 beschleunigt werden, da der Beschichtungsprozess nicht für jedes Kondensatorrohr 101 einzeln durchgeführt werden muss, sondern für die Gesamtheit der eingebauten Kondensatorrohre 101

einmal. Zudem kann im Zuge der Wartung eines bereits auf der Dampfturbinenanlage montierten und sich im Betrieb befindenden Kondensators 100 eine Beschichtung der Kondensatorrohre 101 bereitgestellt werden, ohne dass die Kondensatorrohre 101 ausgebaut werden müssen. Beschädigungen der hydrophoben Beschichtung, welche bei einem Einbau eines Kondensatorrohres 101 in den Träger 105 des Kondensatorrohrbündels 203 auftreten, können ebenso vermieden werden, da die Kondensatorrohre 101 erst nach dem Einbau der Kondensatorrohre 101 in den Träger 105 des Kondensatorrohrbündels 203 mit der hydrophoben Beschichtung beschichtet werden.

[0062] Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass "umfassend" keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und "eine" oder "ein" keine Vielzahl ausschließt. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kondensatorrohrbündels (203) eines Kondensators (100) insbesondere für eine Wärmekraftanlage, das Herstellverfahren aufweisend:

ein Einbauen eines Kondensatorrohres (101) in einen Träger (105) für das Kondensatorrohrbündel (203) des Kondensators (100), und
ein Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres (101) mit einer hydrophoben Beschichtung,
wobei das Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres (101) mit der hydrophoben Beschichtung aufweist:

ein Positionieren einer Sprühvorrichtung (106) an dem Träger (105),
ein Aufsprühen der hydrophoben Beschichtung mittels der Sprühvorrichtung (106), und
ein Bewegen der Sprühvorrichtung (106) während des Aufsprühens mit einem gleichmäßigen Vorschub entlang einer Erstreckungsrichtung des eingebauten Kondensatorrohres (101).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei während des Beschichtens der Kondensator (100) an der Wärmekraftanlage montiert ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Sprühvorrichtung (106) einen Sprühkopf (102) aufweist, und wobei das Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres (101) mit der hydrophoben Beschichtung ferner aufweist:

ein Einbringen des Sprühkopfs (102) in den Träger (105), um das eingebaute Kondensatorrohr (101) mit der hydrophoben Beschichtung zu beschichten.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres (101) mit der hydrophoben Beschichtung ferner aufweist:

ein Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres (101) mittels Elektrospritzlackierens.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner aufweisend:

Vernetzen der hydrophoben Beschichtung auf dem eingebauten Kondensatorrohr (101) mittels UV-Härtung, Dual Cure und/oder thermischer Aushärtung.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres (101) mit der hydrophoben Beschichtung mittels eines Sol-Gel Verfahrens erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Kondensator (100) ein Dampfkondensator (100) ist und die Wärmekraftanlage eine Dampfturbinenanlage ist.

8. Vorrichtung zum Beschichten eines eingebauten Kondensatorrohres (101) mit einer hydrophoben Beschichtung nach einem Herstellverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vorrichtung aufweist:

einen Sprühkopf (102) zum Beschichten des eingebauten Kondensatorrohres (101) mit der hydrophoben Beschichtung,
eine Positionierungseinrichtung zum Positionieren der Vorrichtung an dem Träger (105),
eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen des Sprühkopfs (102) entlang einer Erstreckungsrichtung des Kondensatorrohres (101), und
ein Verbindungsrohr (103),
wobei das Verbindungsrohr (103) die Bewegungseinrichtung und den Sprühkopf (102) verbindet,
wobei das Verbindungsrohr (103) eine Helixform aufweist,
wobei eine Steigung der Helixform an Kondensatorrohrabständen (a) der Kondensatorrohre (101) angepasst ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Sprühkopf (102) mit einer Spannungs-

quelle verbunden ist, um einen Sprühnebel der hydrophoben Beschichtung elektrostatisch aufzuladen, so dass mittels Elektrospritzlackierens die hydrophobe Beschichtung auf das eingebaute Kondensatorrohr (101) auftragbar ist.

Claims

1. Method for producing a condenser tube bundle (203) of a condenser (100), in particular for a thermal power plant, the production method comprising:

fitting a condenser tube (101) in a carrier (105) for the condenser tube bundle (203) of the condenser (100), and
coating the fitted condenser tube (101) with a hydrophobic coating,
wherein coating of the fitted condenser tube (101) with the hydrophobic coating comprises:

positioning a spray mechanism (106) on the carrier (105),
spraying on the hydrophobic coating by means of a spray mechanism (106), and
moving the spray mechanism (106) during spraying at a uniform feed rate along a direction of extension of the fitted condenser tube (101).

2. Method according to claim 1, wherein the condenser (100) is mounted on the thermal power plant during coating.
3. Method according to claim 1 or 2, wherein the spray mechanism (106) comprises a spray head (102) and wherein coating of the fitted condenser tube (101) with the hydrophobic coating also comprises:

introducing the spray head (102) into the carrier (105) to coat the fitted condenser tube (101) with the hydrophobic coating.

4. Method according to one of claims 1 to 3, wherein coating of the fitted condenser tube (101) with the hydrophobic coating also comprises:

coating the fitted condenser tube (101) by means of electrospray coating.

5. Method according to one of claims 1 to 4, also comprising:

crosslinking the hydrophobic coating on the fitted condenser tube (101) by means of UV curing, dual cure and/or thermal curing.

6. Method according to one of claims 1 to 5, wherein the fitted condenser tube (101) is coated with the hydrophobic coating by means of a sol gel method.

7. Method according to one of claims 1 to 6, wherein the condenser (100) is a steam condenser (100) and the thermal power plant a steam turbine plant.

8. Device for coating a fitted condenser tube (101) with a hydrophobic coating according to a production method according to one of claims 1 to 7, wherein the device comprises:

a spray head (102) for coating the fitted condenser tube (101) with the hydrophobic coating, a positioning mechanism for positioning the device on the carrier (105), and a movement mechanism for moving the spray head (102) along a direction of extension of the condenser tube (101) and a connecting tube (103),

wherein the connecting tube (103) connects the direction of movement and the spray head (102), wherein the connecting tube (103) has a helical shape, wherein a lead of the helical shape can be adapted to condenser tube radii (r) and to condenser tube spacings (a) of the condenser tubes (101).

9. Device according to claim 8, wherein the spray head (102) is connected to a voltage source, in order to electrostatically charge a spray dust of the hydrophobic coating, so that the hydrophobic coating can be applied to the fitted condenser tube (101) by means of electrospray coating.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un faisceau de tubes de condenseur (203) d'un condenseur (100) destiné notamment à une centrale thermique, le procédé de fabrication comprenant les étapes suivantes :

monter un tube de condenseur (101) dans un support (105) du faisceau de tubes de condenseur (203) du condenseur (100), et recouvrir le tube monté de condenseur (101) avec un revêtement hydrophobe, le recouvrement du tube monté de condenseur (101) avec le revêtement hydrophobe comprenant les opérations suivantes :

positionner un dispositif de pulvérisation (106) sur le support (105), pulvériser le revêtement hydrophobe au moyen du dispositif de pulvérisation (106),

- et
déplacer le dispositif de pulvérisation (106)
pendant la pulvérisation avec une avance
régulière suivant une direction d'extension
du tube monté de condenseur (101). 5
2. Procédé selon la revendication 1,
le condenseur (100) étant monté sur la centrale ther-
mique pendant l'opération de revêtement. 10
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
le dispositif de pulvérisation (106) étant pourvu d'une
tête de pulvérisation (102), et le recouvrement du
tube monté de condenseur (101) avec le revêtement
hydrophobe comprenant en outre les opérations
suivantes : 15
- introduire la tête de pulvérisation (102) dans le
support (105) pour recouvrir le tube monté de
condenseur (101) avec le revêtement hydropho- 20
be.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,
le recouvrement du tube monté de condenseur (101)
avec le revêtement hydrophobe comprenant en 25
outre l'opération consistant à :
- revêtir le tube monté de condenseur (101) au
moyen d'une opération de peinture au pistolet
électrique. 30
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, com-
prenant en outre l'étape suivants :
- réticuler le revêtement hydrophobe sur le tube 35
monté de condenseur (101) au moyen d'un dur-
cissement aux UV, d'un double durcissement
et/ou d'un durcissement thermique.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, 40
le recouvrement du tube monté de condenseur (101)
avec le revêtement hydrophobe s'effectuant au
moyen d'un procédé sol-gel.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, 45
le condenseur (100) étant un condenseur de vapeur
(100) et la centrale thermique une centrale ther-
mique à turbine à vapeur.
8. Dispositif destiné à recouvrir un tube monté de con- 50
denseur (101) avec un revêtement hydrophobe con-
formément à un procédé de fabrication selon l'une
des revendications 1 à 7, le dispositif comprenant :
- une tête de pulvérisation (102) permettant de 55
recouvrir le tube monté de condenseur (101)
avec le revêtement hydrophobe,
un moyen de positionnement permettant de po-
- sitionner le dispositif sur le support (105),
un moyen de déplacement permettant de dépla-
cer la tête de pulvérisation (102) suivant une di-
rection d'extension du tube de condenseur
(101), et
un tube de liaison (103),
le tube de liaison (103) reliant le moyen de dé-
placement et la tête de pulvérisation (102),
le tube de liaison (103) présentant une forme
hélicoïdale,
un pas de la forme hélicoïdale étant adapté aux
rayons de tube de condenseur (r) et aux distan-
ces de tube de condenseur (a) des tubes de
condenseur (101).
9. Dispositif selon la revendication 8,
la tête de pulvérisation (102) étant reliée à une sour-
ce de tension en vue d'une charge électrostatique
d'un brouillard de pulvérisation du revêtement hy-
drophobe, permettant ainsi d'appliquer le revête-
ment hydrophobe sur le tube monté de condenseur
(101) au moyen d'une opération de peinture au pis-
tolet électrique.

FIG 1

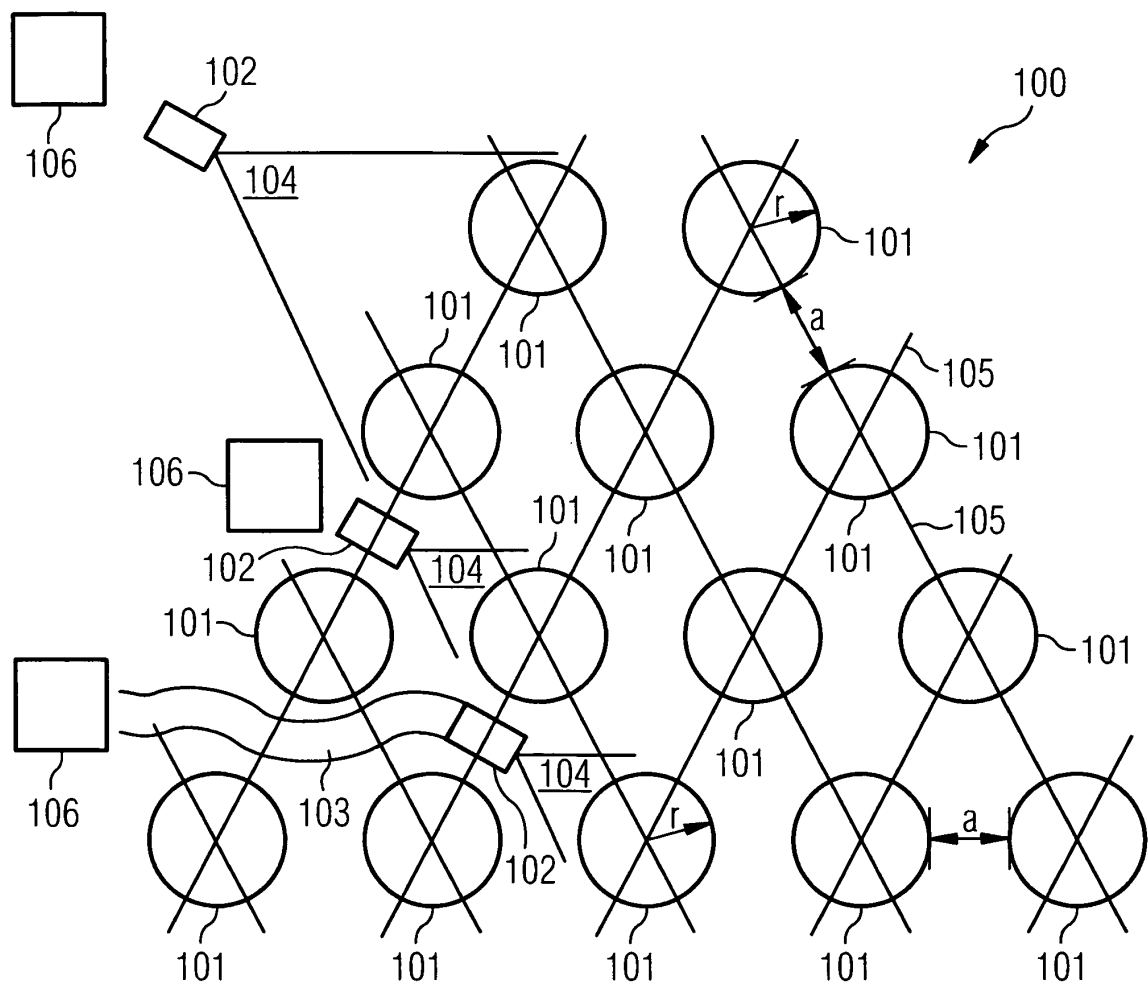


FIG 2

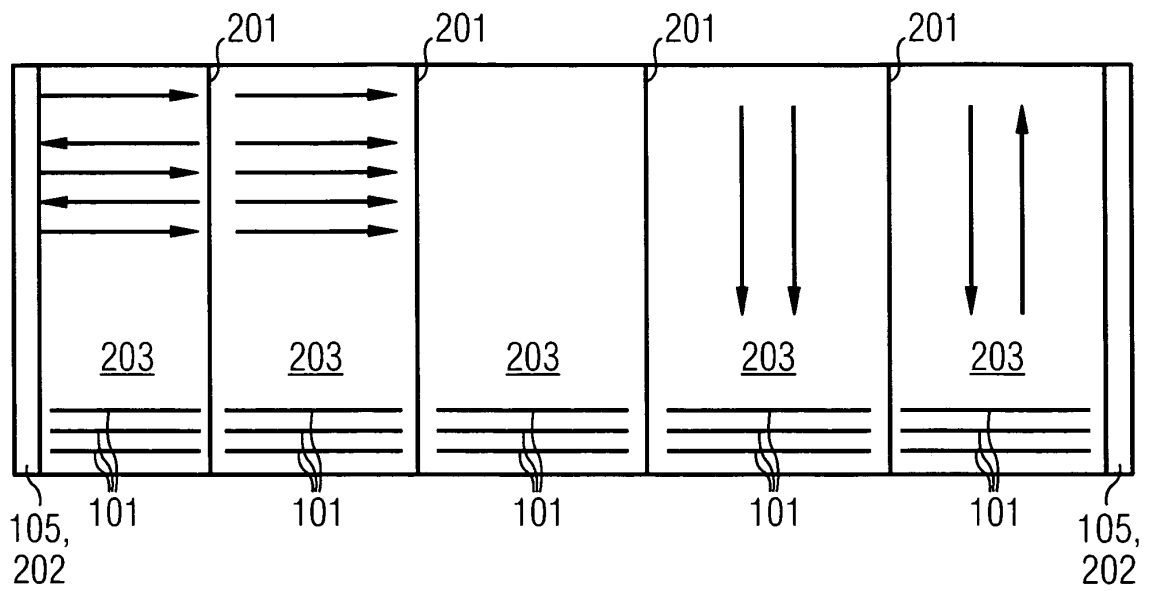
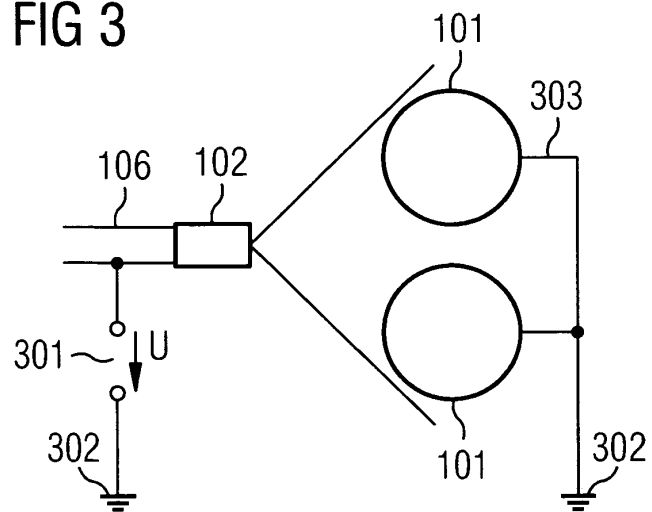


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007008038 A1 **[0005]**
- DE 102007015450 A1 **[0006]**
- GB 2428604 A **[0007]**