Beschreibung

Rückkühlsystem

Die Erfindung betrifft ein Rückkühlsystem für Kühlwasser aus dem Kondensator einer Dampfkraftanlage.

Eine Dampfkraftanlage wird üblicherweise zur Erzeugung elektrischer Energie oder auch zum Antrieb einer Arbeitsmaschine eingesetzt. Dabei wird ein in einem Verdampferkreislauf der Dampfkraftanlage geführtes Arbeitsmedium, üblicherweise ein Wasser-Dampf-Gemisch, in einem Verdampfer verdampft. Der dabei erzeugte Dampf entspannt sich arbeitsleistend in der Dampfturbine der Dampfkraftanlage und wird anschließend deren Kondensator zugeführt. Das im Kondensator kondensierte Arbeitsmedium wird dann über eine Speisewasserpumpe erneut dem Verdampfer zugeführt.

Die Kondensation des Arbeitsmediums im Kondensator erfolgt üblicherweise durch Wärmetausch mit diesem zugeführtem Kühlwasser, das sich dabei erwärmt. Das erwärmte Kühlwasser wird üblicherweise seinerseits in einem Rückkühlsystem durch Wärmetausch mit der Umgebungsluft gekühlt. Das gekühlte Kühlwasser steht dann erneut zur Kühlung des Kondensators zur Verfügung.

Das Rückkühlsystem umfaßt üblicherweise eine Anzahl von Kühltürmen. Jedem Kühlturm ist ein mit einem Sammelkanal verbundenes Auffangbecken zugeordnet, in dem gekühltes Kühlwasser gesammelt wird. Das rückgekühlte Kühlwasser wird von dort über eine Kondensatorpumpe in den Kondensator zurückgeleitet. Ein derartiges Rückkühlsystem ist in der Regel an die Gegebenheiten des Kraftwerksgeländes angepaßt und erfordert somit einen erheblichen baulichen und konstruktiven Aufwand. Zudem

ist für ein derartiges Rückkühlsystem eine aufwendige individuelle Niveauregelung für den Wasserstand jedes Auffangbekkens erforderlich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Rückkühlsystem für Kühlwasser aus dem Kondensator einer Dampfkraftanlage anzugeben, das in besonders einfacher Weise installierbar und betreibbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Rückkühlsystem der obengenannten Art mit einer Anzahl von Kühlmodulen, von denen jedes über einen ihm zugeordneten Wasserzuführungsschacht bespeisbar ist, wobei die Wasserzuführungsschächte in der Art kommunizierender Röhren miteinander und über eine gemeinsame Hauptkühlwasserleitung mit dem Kondensator verbunden sind.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß der Installationsaufwand für das Rückkühlsystem durch standardisierte Komponenten vermindert ist. Bei der Verwendung von standardisierten Komponenten oder Modulen für das Rückkühlsystem kann dieses in der Art eines Baukastensystems an die jeweilige Kraftwerksanlage angepaßt werden.

Das Rückkühlsystem kann zudem besonders einfach betrieben werden, wenn eine individuelle Niveauregelung für jedes jeweils einem Kühlmodul zugeordnete Wassersammelbecken ersetzt ist durch eine allen Wassersammelbecken gemeinsame Niveauregulierung. Eine allen Wassersammelbecken gemeinsame Niveauregulierung kann dadurch erreicht werden, daß eine zentrale Wasserversorgung für alle Kühlmodule derart ausgelegt ist, daß eine Variation des Kühlwasserzustroms zu einem Kühlmodul den Kühlwasserzustrom zu den anderen Kühlmodulen annähernd unverändert läßt. Eine derartige Auslegung ist erreichbar durch die Verbindung der Wasserzuführungsschächte untereinan-

der nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren. Der Begriff "kommunizierende Röhren" ist beispielsweise definiert in "Duden: Das große Wörterbuch der Deutschen Sprache", Band 5 (1980), Bibliografisches Institut Mannheim.

So ist nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren das Niveau einer Flüssigkeit in untereinander verbundenen, oben offenen Röhren in jeder Röhre gleich. Die Wasserzuführungsschächte aller Kühlmodule weisen somit den gleichen Wasserstand auf, so daß der Zufluß von Kühlwasser zu allen Kühlmodulen zentral steuerbar ist. Eine besonders einfache und zuverlässige Wasserstandsregelung, nämlich anhand der im Kondensator herrschenden Betriebsbedingungen und auch mittels der Förderleistung der Kühlwasserpumpe, ist dabei erreichbar, indem die miteinander verbundenen Wasserzuführungsschächte über eine gemeinsame Hauptkühlwasserleitung mit dem Kondensator verbunden sind.

Um den Kühlwasserzustrom zu einem Kühlmodul auf besonders einfache Weise vom Kühlwasserzustrom zu den anderen Kühlmodulen zu entkoppeln, ist zweckmäßigerweise ein Wasserüberlauf an die Wasserversorgung angeschlossen, der ausgangsseitig mit einem Wasserrücklauf verbunden ist. Somit ist ein konstanter Wasserstand in jedem Wasserzuführungsschacht auch bei variierenden Druckverhältnissen in der Wasserversorgung in besonders einfacher Weise aufrechterhalten. Die Betriebsbedingungen für jedes Kühlmodul sind somit zumindest annähernd unabhängig von den Kühlwasserbedingungen im Kondensator und vom Betriebszustand der Kondensatorpumpen.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist jeder Wasserzuführungsschacht mittels einer ihm zugeordneten Zulaufarmatur absperrbar. Somit ist der Wasserzulauf zu jedem Kühlmodul mit besonders einfachen Mitteln regelbar. Bei Wartungs- oder Re-

paraturarbeiten an einem Kühlmodul kann dessen Wasserzulauf auf einfache Weise unterbrochen werden, wobei der Wasserüberlauf als Bypass für den nun überschüssigen Kühlwasserstrom dient. Somit ist auch bei Absperrung eines Kühlmoduls der Wasserzulauf in die anderen Kühlmodule unverändert. Daher ist eine aufwendige Niveauregulierung in den Sammelbecken der Kühlmodule auch bei Absperrung eines oder mehrerer Kühlmodule nicht erforderlich.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß einerseits durch den modularen Aufbau des Rückkühlsystems dieses in der Art eines Baukastensystems an ein vorgegebenes Kraftwerkskonzept besonders flexibel anpaßbar ist, wobei Standardbauteile Verwendung finden können. Andererseits ist durch die Auslegung der Wasserzuführungsschächte, die in der Art kommunizierender Röhren über eine gemeinsame Hauptkühlwasserleitung mit dem Kondensator der Dampfkraftanlage verbunden sind, das Rückkühlsystem auch während des Betriebs besonders flexibel.

Bei wechselnden Betriebsbedingungen, beispielsweise bei der Umschaltung von Sommer- auf Winterbetrieb, bei denen variierende Anforderungen an das Rückkühlsystem gestellt werden, ist der Gesamtstrom des zu kühlenden Kühlwassers aufteilbar in einen ersten Teilstrom, der in Kühlmodulen gekühlt wird, und in einen zweiten Teilstrom, der über den Wasserüberlauf ohne Kühlung in der Art eines Bypasses direkt in den Wasserrücklauf zurückgeführt wird. Dabei kann der Betrieb jedes Kühlmoduls und des gesamten Rückkühlsystems auch kein Einsatz ungeregelter Kühlwasserpumpen innerhalb der diesem vorgegebenen Toleranzen ohne aufwendige Niveauregulierung aufrechterhalten werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 ein Rückkühlsystem für Kühlwasser aus dem Kondensator einer Dampfkraftanlage mit einer Anzahl von Kühlmodulen, und

Figur 2 eine Wasserversorgung für das Rückkühlsystem gemäß Figur 1.

Gleiche Teile sind in beiden Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Das Rückkühlsystem 1 für Kühlwasser aus dem Kondensator 2 einer nicht näher dargestellten Dampfkraftanlage gemäß Figur 1 umfaßt eine Anzahl von Kühlmodulen 4. Jedem Kühlmodul 4 ist dabei ein Ventilator 6 zugeordnet. Die Kühlmodule 4 sind kühlwassereingangsseitig über eine Hauptkühlwasserleitung 8 und kühlwasserausgangsseitig über einen Kühlturmrücklaufkanal 10 und eine Kühlwasserpumpeneinheit 12 an den Kondensator 2 angeschlossen. Der Kondensator 2 ist primärseitig in den nur angedeuteten Wasser-Dampf-Kreislauf 14 der Dampfkraftanlage geschaltet.

Die Kühlmodule 4 sind hinsichtlich ihrer Bemaßungen und Regenfläche standardisiert. Eine Anpassung an die spezifischen Erfordernisse der Dampfkraftanlage ist durch eine geeignete Auswahl und Kombination der Kühlmodule 4 in besonders einfacher Weise möglich. So zeigt Figur 1 eine Reihenanordnung der Kühlmodule 4. Alternativ sind aber auch andere Anordnungen, beispielsweise paarweise oder in Blockform, möglich.

Ein Wasserzuführungsschacht 20 gemäß Figur 2 ist jedem Kühlmodul 4 zugeordnet. Die Wasserzuführungsschächte 20 sind an die ihnen gemeinsame Hauptkühlwasserleitung 8 angeschlossen. Die Wasserzuführungsschächte 20 sind dabei sowohl miteinander über einen Wasserzuführungskanal 22 als auch mit dem Konden-

sator 2 der Dampfkraftanlage über die Hauptkühlwasserleitung 8 in der Art kommunizierender Röhren verbunden. Von jedem Wasserzuführungsschacht 20 zweigt eine mit einer Zulaufarmatur 24 absperrbare Wasserverteilungsleitung 26 ab. Über die Hauptkühlwasserleitung 8 und den Zuführungskanal 22 sowie über die Wasserverteilungsleitung 26 ist dem dem jeweiligen Wasserzuführungsschacht 20 zugeordneten Kühlmodul 4 Kühlwasser K aus dem Kondensator 2 der Dampfkraftanlage zuführbar.

Kühlwasserausgangsseitig ist jedes Kühlmodul 4 über ein ihm zugeordnetes (nicht dargestelltes) Sammelbecken und einen Beckenablaufschacht 28 mit einem allen Kühlmodulen 4 gemeinsamen Kühlturmrücklaufkanal 10 verbunden. Der Kühlturmrücklaufkanal 10 ist seinerseits über die Kühlwasserpumpeneinheit 12 an den Kondensator 2 angeschlossen.

An die Hauptwasserleitung 8 ist ein Wasserüberlauf 32 angeschlossen, der ausgangsseitig mit dem Kühlturmrücklaufkanal 10 verbunden ist. Durch eine im Wasserüberlauf 32 angeordnete Wehrwand 34 wird ein konstanter Wasserstand 36 im Wasserüberlauf 32 und somit auch ein konstanter Wasserstand 36' in gleicher Höhe in jedem mit dem Wasserüberlauf 32 in der Art kommunizierender Röhren verbundenen Wasserzuführungsschacht 20 aufrechterhalten. Im Falle einer Überspeisung durch die Hauptkühlwasserleitung 8 überströmt eine den Kühlmodulen 4 nicht zuleitbare Kühlwasserteilmenge K' die Wehrwand 34 des Wasserüberlaufs 32 und wird somit direkt dem im Kühlturmrücklaufkanal 10 strömenden gekühlten Kühlwasser K" zugemischt. Der Wasserüberlauf 32 verhindert somit in der Art eines Bypasses eine Überspeisung der Wasserzuführungsschächte 20 und der Wasserverteilungsleitungen 26 der Kühlmodule 4.

Beispielsweise für Wartungs- oder Reparaturarbeiten an einem Kühlmodul 4 ist dieses mittels der ihm zugeordneten Zulaufar-

matur 24 absperrbar, so daß der Zustrom an zu kühlendem Kühlwasser K unterbunden ist. In diesem Fall erhöht sich die Kühlwasserteilmenge K' des über den Wasserüberlauf 32 dem gekühlten Kühlwasser K" zugemischten ungekühlten Kühlwassers entsprechend. Der Zustrom von zu kühlendem Kühlwasser K zu den nicht abgesperrten Kühlmodulen 4 bleibt jedoch aufgrund des unveränderten Wasserstandes 36' in den diesen jeweils zugeordneten Wasserzuführungsschächten 20 unverändert, so daß auch bei Absperrung eines Kühlmoduls 4 keine aufwendige Niveauregulierung oder Zustromregulierung in den anderen Kühlmodulen 4 erforderlich ist.

Das Rückkühlsystem 1 ist somit auf besonders einfache Weise an unterschiedliche Anforderungen anpaßbar. Mittels der Zulaufarmaturen 24 ist das Verhältnis von rückgekühltem Kühlwasser K zu der nicht rückgekühlten Kühlwasserteilmenge K' auf besonders einfache Weise variierbar und somit an unterschiedliche Betriebsbedingungen der Dampfkraftanlage anpaßbar. Insbesondere bei Umstellung von Sommer- auf Winterbetrieb ist somit das Rückkühlsystem 1 der Dampfkraftanlage besonders flexibel und auf einfache Weise einsetzbar.

Hinsichtlich der baulichen Ausführung des Rückkühlsystems 1 sind verschiedene Bauweisen für die Kühlmodule 4 möglich. Insbesondere können diese in Holzbauweise, Stahlskelettbauweise oder auch in Stahlbetonbauweise ausgeführt sein.

Patentansprüche

1. Rückkühlsystem für Kühlwasser (K) aus dem Kondensator (2) einer Dampfkraftanlage mit einer Anzahl von Kühlmodulen (4), von denen jedes über einen ihm zugeordneten Wasserzuführungsschacht (20) bespeisbar ist, wobei die Wasserzuführungsschächte (20) in der Art kommunizierender Röhren miteinander und über eine gemeinsame Hauptkühlwasserleitung (8) mit dem Kondensator (2) verbunden sind.

2. Rückkühlsystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen an die Hauptkühlwasserleitung (8) angeschlossenen Wasserüberlauf (32), der ausgangsseitig über einen Kühlturmrücklaufkanal (10) verbunden ist.

3. Rückkühlsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Wasserzuführungsschacht (20) mittels einer ihm zugeordneten Zulaufarmatur (24) absperrbar ist.