Dampferzeugung in den Platten

Umlaufverdampfer auf Basis des Wärmetauscherplatten-Systems

Heribert Offermanns

Steigende Energiekosten bei gleichzeitiger ökologischer Nachhaltigkeit zwingen die chemische Industrie zunehmend, bisher nicht genutzte Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz zu erschließen. Für den Apparate- und Anlagenbau bedeutet dies, entsprechende Wärmeübertragungssysteme zu entwickeln und zur Verfügung zu stellen. Gefragt ist ein innovativer Anlagenbau kombiniert mit prozesstechnischen Anwendungen.

Als Hersteller von modernen und effizienten Wärmeübertragungsanlagen ist Lob aus Köln bekannt. Kondensatoren auf Basis des WTP-Systems (Wärmetauscherplatten-System) haben gegenüber den Rohrbündeln einige Vorteile hinsichtlich Gewichteinsparung, Raumbedarf, Umrüstung sowie bessere Reinigungsmöglichkeiten und geringere Investitionskosten.

Derzeit entwickelt der Hersteller diese Technologie weiter – als Kombination aus WTP-Plattenkondensatoren mit einer Dampferzeugung in den Platten. Ziel ist es, den Plattenvorteil mit einer energetischen Abwärmegewinnung zu verbinden. Die Nutzung der Kondensationswärme zur Dampferzeugung in den WTP-Platten ist bislang nicht verbreitet. Kondensatoren mit Dampfgewinnung schaffen die Möglichkeit, die freiwerdende Kondensationsabwärme auf hohem Heizdampfniveau in anderen Prozessstufen zu nutzen, statt auf niedrigem Temperaturniveau über Kühlwasser abzuführen.

Autor: *Heribert Offermanns, Lob GmbH, Köln*

Testanlage für Naturumlaufverdampfer

Um den Prozess näher zu untersuchen, wurde eine Einplatten-Testanlage mit einem integrierten Naturumlaufverdampfer aufgebaut. Detaillierte Messtechnik erlaubt es dabei, spezifische Stoffströme, Druck- und Temperaturverläufe über der Plattenlänge zu messen. Hierdurch können die bisher bekannten Berechnungen und Theorien erhärtet sowie neue verfahrenstechnische Modellrechnungen aufgestellt werden. In der Regel lassen sich Prozessdaten aus dem Betrieb einer Anlage bei Kunden für berechnungstechnische Zwecke nicht umfangreich genug oder nur mit hohem Aufwand ermitteln. Ziel der Lob-Testanlage ist es, Anwendungsmöglichkeiten und Auslegungsdaten zu finden, die zu gegebenen Betriebszuständen auf der Prozessseite des Kunden passen. Diese Neuentwicklung auf dem Gebiet der Dampferzeugung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Anlagen und Verfahrenstechnik der Fachhochschule Köln.

Neben dem hauseigenen Projekt „Naturumlaufverdampfer in WTP-Platten" beteiligt sich das Unternehmen auch an dem BMFT-Forschungsvorhaben „Innovative Apparate- und Anlagenkonzepte zur Steigerung der Energieeffizienz von Produktionsprozessen".

In der chemischen Industrie werden zur Trennung von Flüssigkeitsgemischen Verfahren eingesetzt, in denen durch Verdampfung mit anschließendem Kondensieren die gewünschten Komponenten mit entsprechender Konzentration hergestellt werden. Hierzu wird am unteren Ende einer oft meterhohen Kolonne zunächst ein Dampfgemisch durch Einbringen von Wärme erzeugt, das dann in der Kolonnensäule gegen eine Flüssigkeit aufsteigt, sich dabei anreichert und in einem Kondensator am Kopf der Kolonne wieder durch Abgabe der eingebrachten Wärme verflüssigt wird. Da sich der Kondensator unmittelbar am oberen Ende der Kolonne befindet, wird er auch Kopfkondensator genannt. Die Flüssigkeit aus dem Kopfkondensator wird entweder zur weiteren Verstärkung im Gegenstrom zum Dampfgemisch nach unten geleitet oder als Fertigprodukt abgezogen. Beim Einbau von Kopfkondensatoren als Abschluss einer hohen Kolonne sollten Baugewicht und Bauvolumen möglichst gering sein.

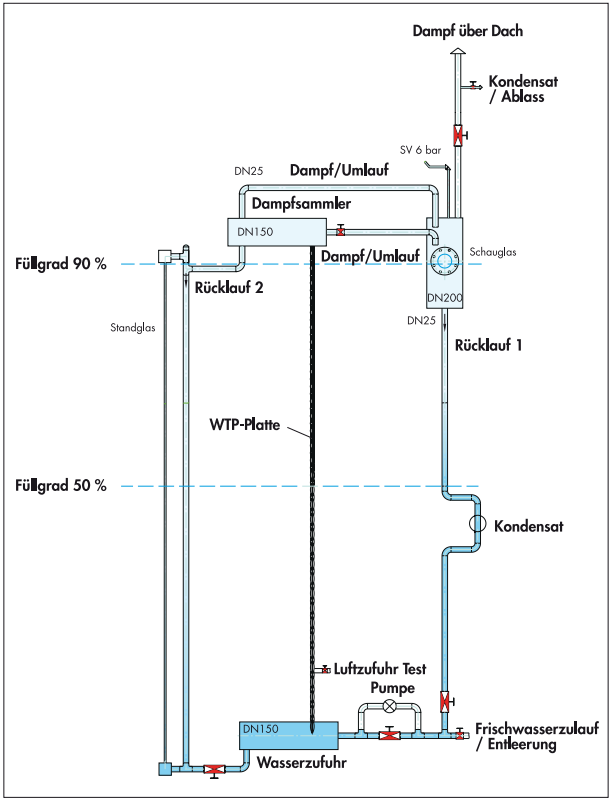
Die bei der Verdampfung in das Produkt eingetragene Wärme muss bei der Kondensation wieder abgeführt werden. Liegt die Kondensationstemperatur bei den eingesetzten Stoffen oberhalb der Siedetemperatur von Wasserdampf, bietet sich eine energetische Rückgewinnung der freiwerdenden Wärme zur Dampferzeugung in den Kondensatorplatten an. Die Wärmerückgewinnung wird energetisch besonders günstig durch den Einsatz eines Naturumlaufverdampfers, da der Verdampfer in den WTP-Kondensator integriert ist, keine zusätzlichen Pumpen hat und im gleichen Gehäuse wie der Kopfkondensator angebracht ist.

Beim Naturumlaufverdampfer erfolgt der Wasserumlauf ohne Umwälzpumpe durch natürliche Konvektion aufgrund von Dampfblasenbildung. Die bei der Kondensation im Spaltraum zwischen den Platten freiwerdende Kondensationswärme führt in den mit Wasser gefüllten WTP-Platten zur Bildung vom Siedeblasen. Die Blasen steigen nach oben und erzeugen in dem Wasser-Dampfgemisch einen Auftrieb. In einem am oberen Ende der Platte befindlichen Abscheider wird der Dampf von dem noch flüssigen Wasser getrennt, das dann über eine Rückführleitung in den Verdampfer geführt wird. Da die mittlere Dichte des Wasser-

Dampfgemisches niedriger ist als das abgeschiedene reinen Wasser in der Rückführung, entsteht ein Umlaufstrom, der stetig frisches Wasser von unten in den Verdampfer führt, ohne dass eine Umlaufpumpe notwendig ist. Entscheidend für die Funktionsfähigkeit eines Umlaufverdampfers ist, dass sich Siedeblasen bilden können. Wird der Verdampfer unter Druck gefahren, muss eine Druckentlastung am Plattenausgang erfolgen, um so einen Umlauf zu erzeugen. Überschreitet der Dampfdruck der Flüssigkeit den hydrostatischen Druck, kann die Flüssigkeit nicht verdampfen.

Aufbau und Versuche an der Testanlage

Die Testanlage besteht aus einer WTP-Platte mit den Abmessungen 1500 × 3000 mm. Diese Größe erlaubt es, Betriebszustände so zu fahren, wie sie sich in der chemischen Industrie in Großanlagen einstellen. Um bessere Übertragbarkeit zu erreichen, wurde der „Scale-up-“Faktor absichtlich sehr hoch gewählt. Der Rücklauf aus dem Naturumlauf und das Frischwasser werden über ein Verteilerrohr von unten in die Platte eingespeist. Das erzeugte Dampf-Wassergemisch wird am oberen Ende der Platte über einen Dampfsammler in einen Abscheider geleitet. Der Dampf geht über Dach ins Freie, und das abgeschiedene Wasser wird wieder von unter als Rücklauf in die Platte geführt. Es bestehen zwei Rücklaufmöglichkeiten: Rücklauf 1 über eine Mengenmessung und Rücklauf 2 direkt zum unteren Verteilerrohr. Zwei Dampf-Wassergemisch-Rücklaufleitungen, die durch Schieber wahlweise gefahren werden können, sorgen für die optimale Leitungsführung.



Um den Prozess im Kondensator näher zu untersuchen, wurde eine Einplatten-Testanlage mit einem integrierten Naturumlaufverdampfer aufgebaut

Die Testanlage kann bis zu einem Druck von 6 bar gefahren werden. Das entspricht bei Wasser einer Sattdampftemperatur von ca. 160 °C, sodass die überwiegenden in der Praxis vorkommenden Dampfzustände abgefahren werden können. Gemessen werden die erzeugten Dampf- und Rücklaufmengen, sodass sich hieraus bei unterschiedlichen Siedezuständen das Rücklaufverhältnis ermitteln lässt. Ferner werden die Temperaturverläufe in Abhängigkeit von der Plattenhöhe an der Außenwand und im Dampfraum erfasst. Erfasst werden ebenfalls die eingestellten Drücke.

Der im Großbetrieb durch das kondensierende Produkt hervorgerufene, freiwerdende Wärmestrom in die Platten wird in der Testanlage dadurch simuliert, dass von außen elektrisch beheizbare Heizplatten aufgebracht sind. Damit kann die Wandtemperatur stufenlos geregelt und die Platte mit einem vorgegebenen Profil aufgeheizt werden.

In ersten Testversuchen wurde die Funktionsfähigkeit der Anlage positiv geprüft. Es wurden umfangreiche Reihenversuche im stationären Dauerbetrieb absolviert. Mit unterschiedlichen Einstellungen wie Wärmestromdichten, Drücken oder Temperaturen wurden in kontinuierlichem Betrieb beispielsweise Dampferzeugungs- und Umlaufraten ermittelt. Mit den Daten besteht die Möglichkeit, die in der Literatur bekannten Erkenntnisse und Berechnungsmethoden in der Regel basierend auf den Einsatz von Rohren nachzurechnen. Unter Einbeziehung des Anfahrbetriebs und kontinuierlichen Dauerbetriebs besteht darüber hinaus die Möglichkeit, aus den gemessenen Daten ein Modell aufzustellen, das sich direkt auf den Einsatz von WTP-Platten bei Kondensatoren bezieht.

LOB 33286760
www.vfv1.de/33286760