

# Eine Frage der Verteilung

Druck- oder Zweistoffdüsen – Heißdampfkühlung im industriellen Einsatz

Zwei Düsensysteme stehen bei der Heißdampfkühlung zur Wahl: Druckdüsen und Zweistoffdüsen. Lesen Sie in unserem Fachbeitrag, welches System für Ihre Anwendung geeignet ist, und was Sie bei der Planung beachten müssen.

DIPL.-ING. (FH) DETLEF SCHAMBERGER

Scheinbar ist es ein Widerspruch, frisch erzeugten Dampf sofort wieder abzukühlen. Aber in vielen Prozessen will der Verfahrenstechniker hohe Dampftemperaturen vermeiden oder erhitzten Dampf sättigen beziehungsweise kühlen. In solchen Fällen ist die Heißdampfkühlung das Verfahren der Wahl, wobei im chemischen Anlagenbau zurzeit meist zwei Systeme eingesetzt werden: Druckdüsen (Einstoffdüsen) oder Zweistoffdüsen.

## Druck- oder Zweistoffdüsen

Damit die gewünschte Wirkung erzielt wird, ist bei beiden Düsensystemen die vollständige Verdampfung des Kondensates wichtig, allerdings setzt das eine sehr feine Zerstäubung des Mediums voraus. Am einfachsten lässt sich Wasserdampf mit Druckdüsen abkühlen. Wobei es hier darauf ankommt, kleine Tropfen zu erzeugen, was wiederum einen hohen Flüssigkeitsdifferenzdruck verlangt und möglichst kleine Bohrungen erfordert. Der gewünschte hohe Flüssigkeitsdifferenzdruck begünstigt auch das Regelverhalten dieser Düsen. Bei Zweistoffdüsen hingegen wird die erforderliche kleine, nebelartige Tropfengröße schon bei einem niedrigen Flüssigkeitsdifferenzdruck erreicht, allerdings wird hier ein Zerstäubungsmedium z.B. Dampf benötigt. Dieses System hat zwei Vorteile. Zum einen ist die einzudüsende Kühlwassermenge von Null bis zum maximalen Durchsatz bei gleich-



Modelle von Düsenstöcken mit Zweistoffdüsen-Technik

Bilder: Düsen-Schlick

bleibender Tropfenfeinheit stufenlos regelbar und zum anderen ist die Zerstäubung außerordentlich fein. Das gilt besonders im unteren Regelbereich, also bei sehr kleinen Einspritzwassermengen und in Nähe der Sattdampf Grenze. Außerdem verdampfen die feinen Tropfen sehr schnell und ermöglichen einen raschen Wärmeübergang. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch den Einsatz solcher Systeme die Länge der Verdampfungsstrecke in vertretbaren Grenzen gehalten wird. Die Korrosion an der Rohrleitung durch nicht verdampftes Kühlwasser wird vermieden.

Um mit einem Zweistoffaggregat arbeiten zu können, sollte Zerstäubungsdampf möglichst mit einem Druckverhältnis ( $P2/P1$ )<sub>kr</sub> zur Verfügung stehen. Die Aggregate arbeiten jedoch auch im unterkritischen

Druckbereich bis  $P2/P1 =$  etwa 0,8. Denn beide Medien – Kühlwasser und Zerstäubungsdampf – sind druckunabhängig voneinander und werden erst außerhalb des Aggregates gemischt, wodurch diese Systeme unanfällig gegen Verstopfungen sind.

## Kühlung mit Druckdüsen

Bei der Kühlung des Heißdampfes mit Druckdüsen kommt es vor allem darauf an, die eingespritzte Wassermenge vollständig zu verdampfen. Das garantiert nämlich Temperaturstabilität und den Schutz der Dampfleitung vor Korrosion durch Feuchtigkeit. Ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Auslegung des Kühlsystems ist dabei die Länge der Verdampfungsstrecke, die der Verfahrenstechniker als veränderliche Grö-



Ausführungen der Druckdüsen als Einsteckrohr

Der Autor ist Mitarbeiter bei Düsen-Schlick in Untersiemau. Tel. +49 (0) 95 65 / 94 81 - 36

ße den jeweiligen Gegebenheiten anpassen muss. Abhängig ist das von mehreren Faktoren, z.B. der einzubringenden Wassermenge, dem Einspritzwasserüberdruck, der Dampfgeschwindigkeit, den Temperaturen usw. Als Faustregel gilt dabei, dass es mindestens eine gerade Leitung geben sollte, die vom Einspritzpunkt aus gesehen sechs bis acht Meter lang ist. Zweigen Leitungen von der Hauptleitung nach oben ab, muss eine zusätzliche Düse in die Steigleitung eingebaut werden.

### Zweigleitungen konstruieren

Die Düse sollte dann unmittelbar über der Abzweigung, mit der Sprührichtung nach oben, eingebaut sein. Die gewünschte Kühltemperatur wird nämlich in der Steigleitung, vor allem in den ersten acht bis zehn Metern, in der Regel nicht erreicht, da das Kondensat bzw. der gesättigte oder gekühlte Dampf sich naturgemäß bis zur völligen Vermischung mehr oder weniger im unteren Teil des Rohres der geraden Leitung befindet. Die Dampfgeschwindigkeit sollte in normalen Grenzen liegen und zwar im Bereich von 20 bis 40 Metern pro Sekunde. Um die Temperatur möglichst exakt zu erfassen, sollte die Messstelle etwa 15 bis 20 Meter hinter dem Einspritzpunkt bzw. am Ende der geraden Leitung liegen, und zwar so, dass die gesamte Fühlerlänge zum Einsatz kommt.

Damit bei großen Einspritzmengen und geringen Dampfgeschwindigkeiten die Rohrwand an der Einspritzstelle gegen auftreffende Tropfen geschützt ist, kann ein Schutzrohr die Dampfleitung bekleiden – der dabei entstehende Spalt sollte mindestens sechs bis acht Millimeter betragen. Um die Rohrwand gegen Spannungsrisse zu schützen, muss durch den Spalt allerdings eine geringe Dampfmenge geleitet werden.

Auch der Differenzdruck mit der das Kondensat in die Dampfleitung eingebracht wird, spielt eine wichtige Rolle. Er sollte mit 10 bis 60 bar möglichst hoch sein, denn mit steigendem Zerstäubungsdruck wird der Tropfendurchmesser kleiner und damit die Oberfläche des zerstäubten Kondensats entsprechend größer. Das hat gleich zwei Vorteile: Der Wärmeübergang verbessert sich, und die Länge der Verdampfungsstrecke kann begrenzt werden. Außerdem kann die Einspritzmenge in entsprechend weiten Grenzen reguliert werden, indem man den Kondensatdruck hebt oder senkt.

### Einbau von Einsteckrohren

Die Lieferung der Einsteckrohre erfolgt mit Blindflansch für den Stutzen und mit Vorschweißflansch für die Kondensatlei-

#### AUF EINEN BLICK

## Was sagt die Druckgeräterichtlinie?

Nach den Bestimmungen der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG werden die Dampfkühlaggregate in verschiedene Module eingruppiert. Beispielsweise übernimmt Düsen-Schlick alle notwendigen Fertigungskontrollen inklusive CE-Kennzeichnung bei der Einstufung nach Modul A. Bei extrem hohen Ansprüchen, z.B. bei der Einstufung nach Modul G, wird eine benannte Stelle zur Abnahme eingesetzt. Zur Beurteilung sind dabei verschiedene Parameter wie maximaler Dampfdruck, und maximale Dampftemperatur sowie die Dimensionen der Rohre und Flansche ausschlaggebende Faktoren. Durch fallabhängige Auslegung, unter Berücksichtigung der entscheidenden technischen und wirtschaftlichen Einflussgrößen, werden die Düsenstöcke individuell den vorhandenen bzw. projektierten Gegebenheiten angepasst.

tung. Beim Einbau des Einsteckrohres ist darauf zu achten, dass die Sprührichtung der Düse, in Längsrichtung der Rohrleitung zeigt (Sprührichtung normal = Dampfstromrichtung). Damit sich die eingebauten Düsen nicht lösen bzw. herausfallen dient ein Sicherungsblech als Schutz. Vor der Montage des Einsteckrohres muss die Kondensatleitung auf Sauberkeit kontrolliert werden, da mitgeführte Unreinheiten wie Schweißperlen usw. die Funktion der Düsen beeinträchtigen können.

#### Fazit

Gleich, welche Zerstäubungstechnologie – sei es Einstoff- oder Zweistoffdüsen – beim industriellen Einsatz von Heißdampfkühlaggregaten verwendet wird, die individuelle Betrachtung und Auslegung zur Integration ins Gesamtkonzept ist unerlässlich. Düsen-Schlick hilft, die wichtigen Parameter zu definieren und ein maßgeschneidertes Heißdampf-Kühlaggregat zum Einsatz zu bringen. ■

process.de

- Interessieren Sie sich für Zweistoffdüsen? Hier finden Sie ein PDF zum Download

Zusätzliche Informationen unter [www.process.de](http://www.process.de)

InfoClick  
238046