

HEAT & POWER

WÄRME | KÄLTE | KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

ERNEUERBARE ENERGIEN

Ohne Brennstoff heizen:
Abwasserwärmenutzung für
kaltes Nahwärmenetz

WÄRMENETZE

Grid Insight: Heat –
Fernwärmenetze im Betriebs-
optimum betreiben



**Dokumentierte
Qualität in der
Lebensmittel-
industrie**

Die hohen Anforderungen an Qualität und Hygiene sowie der Fokus auf CO₂-Emission machen die vorgedämmten Rohrsysteme von LOGSTOR Industry zur perfekten Wahl für die Lebensmittelindustrie.

LOGSTOR

logstor.com



Eingebauter Hybrid Tubular Wärmeübertrager für die Heißwasserbereitung in Heizkraftwerken

Heißwasserbereitung mit Hybrid Tubular Plattenwärmeübertragern als Heizkondensatoren

Wärmeübertrager kommen in Heizkraftwerken zur Heißwasserbereitung für die Fernwärmeversorgung zum Einsatz. Doch welcher Wärmeübertrager eignet sich am besten? Im Folgenden wird ein Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager mit einem Rohrbündelwärmeübertrager verglichen.

Kürzlich berichtete eine Tageszeitung über die Modernisierung eines nordbayrischen Heizkraftwerks. Dort wurde ein Rohrbündelwärmeübertrager als Heizkondensator für Turbinenabdampf und Fernwärmeheißwasser eingebaut. Der Zeitung zufolge wiegt dieser Apparat 26 t, ist 10 m lang, misst 1,6 m im Durchmesser und besteht aus 1804 Rohren. Er überträgt mit einer Heizfläche von 800 m² eine Wärmeleistung von 51 MW.

Zum Vergleich (Bild 1 und Tafel 1): Ein vollverschweißter Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager von VAU Thermotech, der für die Erzeugung von Fernwärmeheißwasser in einem niederländischen Müllheizkraftwerk verwendet wird, überträgt eine Wärmeleistung von 52 MW bei einer Heizfläche von lediglich 382 m² und einem Gewicht von gerade einmal 7,8 t. Doch warum ist ein Hybrid Tubular Wärmeübertrager leistungsfähiger, benötigt nur 48 % der Übertra-

gungsfläche und einen um 70 % geringeren Materialeinsatz?

Rohr- und Plattenwärmeübertrager in Einem

Der Grund dafür ist der sandwichartige Aufbau der vollverschweißten Formblechelemente, die auf- und aneinandergelegte eine Rohr- und eine Wellenseite ergeben. Durch die spezielle Plattengeometrie werden optimale Strömungsquerschnitte



Bild 1. Maßstabsgereuter Größenvergleich eines Rohrbündelwärmeübertragers (l.) mit einem Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager (r.)

| Praxisvergleich Rohrbündel mit Hybrid | | | | Vorteile Hybrid Tubular Wärmeübertrager |
|---------------------------------------|----------------|---------|---------|---|
| Leistung | MW | 51 | 52 | 1,9 % mehr Leistung |
| Heizfläche | m ² | 800 | 382 | etwa halbe Heizfläche bei gleicher Leistung |
| Gewicht | t | 26 | 7,8 | Gewichtersparnis bis zu 75 % |
| Länge | m | 10 | 2,3 | benötigt nur rd. 1/5 der Aufstellfläche |
| Breite | m | | 1,3 | |
| Höhe | m | | 3,57 | |
| Durchmesser | m | 1,6 | | |
| Aufstellfläche | m ² | 16 | 2,99 | |
| Aufstellraum | m ³ | 25,6 | 10,67 | gut 50 % räumlicher Bedarf |
| Aufstellung | | liegend | stehend | kompakteres Kessel-/Maschinenhaus |

Tafel 1. Vergleich eines Rohrbündelwärmeübertragers mit einem Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager und dessen Vorteile

für den kondensierenden Dampf auf der einen Seite (Rohrseite) und eine turbulente Wasserströmung auf der anderen Seite (Wellenseite) erzeugt (Bild 2). Im Vergleich zu einem Rohrbündelwärmeübertrager bietet der so entstandene Hybrid aus Rohr- und Plattenwärmeübertrager eine in etwa drei Mal höhere spezifische Heizflächendichte je Kubikmeter Raum.

Die im Hybrid eingebauten Edelstahl-Heizflächen-Plattenpakete

sind variabel und modular in Länge, Breite und Höhe aufbaubar. Dadurch kann die Wärmeübertragungsfläche zwischen 50 und 10 000 m² variiert und der Apparat anhand der bereits vorhandenen baulichen Gegebenheiten (Raumgröße, Rohrleitungen, Anschlüsse) konstruiert und gebaut werden.

Basierend auf Auslegungsparametern werden die Strömungsquerschnitte des Hybrid Tubular Wärmeübertragers durch die flexibel

einstellbare Prägertiefe der Prägewerkzeuge angepasst. Die Prägertiefe hat direkten Einfluss auf die Druckverluste, den Wärmeübergang und die Geometrie der Wärmeübertragungsfläche. Zur Wahl stehen Durchmesser zwischen 5 und 10 mm auf der Rohrseite und Spaltbreiten zwischen 4 und 8 mm auf der Wellenseite.

Zwar reduzieren größere Prägertiefen Heizflächendichte und spezifischen Wärmeübergang, wirken sich jedoch vorteilhaft auf Reinigung und Standzeit des Apparats aus. Denn mit einem ausreichend dimensionierten Querschnitt lässt sich die Rohrseite gut mit Reinigungslösungen durchspülen – ohne den Apparat zu zerlegen. Die Wellenstruktur hingegen sorgt für Verwirbelungen, die es Wasserinhaltsstoffen erschweren, sich festzusetzen.

Insgesamt lässt sich mit dem Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager eine höhere Leistung bei kompakten Bauformen realisieren, was den Materialeinsatz reduziert sowie Gewicht und Herstellungskosten senkt.

Funktionsweise des Hybrid Tubular Wärmeübertragers als Heizkondensator

Die Heißwasserbereitung wird in einem Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager im Kreuzgegenstrom vorgenommen (Bild 3): Dampf tritt von oben in die Einströmhaube ein, strömt waagrecht durch die Rohrseite, erwärmt das über die Wellenseite gepumpte Wasser und kondensiert dabei.

Das Kondensat sammelt sich auf der Rohrseite an der Behälterunterseite und wird über die Umlenkleche zum Kondensataustrittsstutzen in mehreren Wegen zwangsgeführt. Dadurch wird es präzise auf eine bestimmte Solltemperatur unterkühlt. Die Anzahl

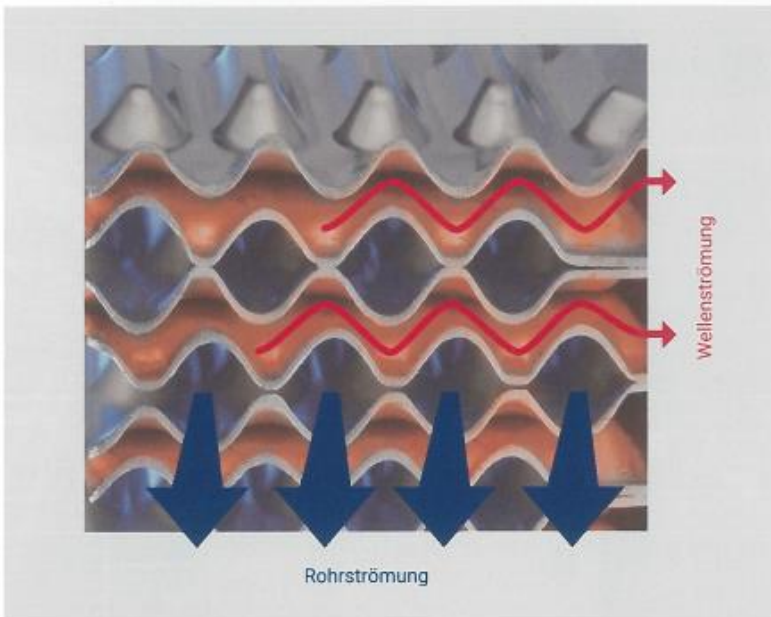
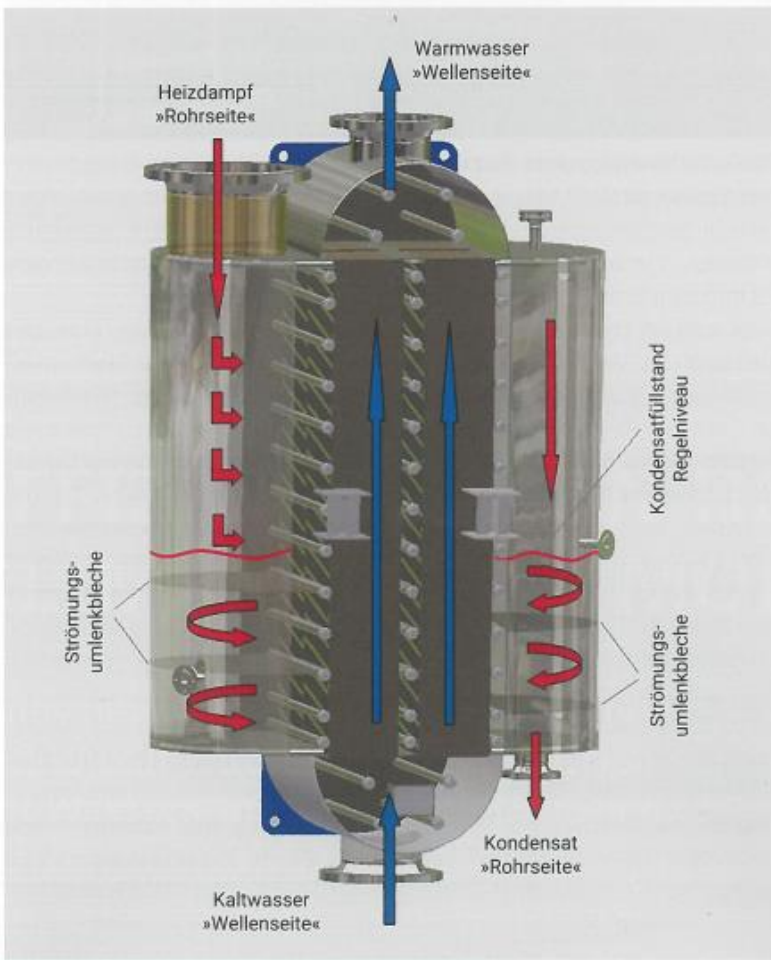


Bild 2. Spezielle Plattengeometrie des Hybrid Tubular Wärmeübertragers für kondensierenden Dampf auf der Rohrseite und turbulente Wasserströmung auf der Wellenseite



der Strömungswege ist in der Unterkühlzone frei wählbar. Die Einleitung von Prozesskondensat mit einem höheren Druckniveau ist hier ebenso möglich.

Im Gegensatz zu klassischen Plattenwärmeübertragern, bei denen die Anschlüsse direkt auf der Platte angebracht werden, befinden sich diese beim Hybrid in den angeschweißten Ein- und Ausströmhauben. Daraus ergeben sich mehrere Vorteile: So können abhängig von der geometrischen Größe der Plattenpakete alle beliebigen Nennweiten angebracht werden, z. B. Rohrdurchmesser bis DN 1500 beim Dampfeintritt. Ferner erfordern spezielle Betriebsarten und Funktionen zusätzliche Anschlüsse. Im Vakuumbetrieb müssen beispielsweise nicht kondensierbare Gase an bestimmten Stellen im Apparat abgesaugt werden, was aufgrund des Designs des Hybrid Tubular Plattenwärmeübertragers einfach realisierbar ist. Ebenso können Füllstandsrohre und -anzeiger, Messstutzen, Entlüftungen, Entgasungen bzw. Entleerungen flexibel am Behälter angebracht werden.

Da der Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager – genauso wie der Rohrbündelwärmeübertrager – an alle Betriebsbedürfnisse anpassbar ist, ist das Behälterdesign des Hybrid Tubular Plattenwärmeübertragers dem des Rohrbündelwärmeübertragers sehr viel ähnlicher als dem des üblichen Plattenwärmeübertragers.

Heizleistung bedarfsabhängig und stufenlos zwischen 0 und 100 Prozent abrufbar

Heizungswasservorlauftemperaturen sind witterungsgeführt. Dem müssen Heizleistung und Heißwas-

Bild 3. Schnitt durch einen Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager als Heizkondensator

serbereitung Rechnung tragen. Im Gegensatz zu einem Rohrbündelwärmeübertrager ist bei einem Hybrid Tubular Wärmeübertrager die Nutzung der Heizfläche komfortabel zu regeln, indem die vom Dampf durchströmte Fläche des Plattenpakets über die „Kondensatstauregelung“ entsprechend minimiert oder maximiert wird.

Wie der Begriff andeutet, wird die Heizleistung über das Kondensatablaufventil gesteuert, das die Kondensatablaufmenge regelt. Eine Reduzierung des Ventilquerschnitts lässt das Kondensatniveau auf der Rohrseite steigen. Dadurch vermindern sich die freie Kondensationsfläche und die übertragene Leistung. Wird hingegen wieder eine größere Heizfläche benötigt, ist nur das Kondensatablaufventil zu öffnen, und schon wird eine größere Übertragungsleistung freigegeben. Muss der Kondensator doch einmal stillgelegt werden, wird der Dampfraum vollständig mit Kondensat geflutet. Positiver Nebeneffekt: Das Kondensat schützt den Apparat gegen Korrosion (nasse Konservierung). Im Übrigen ist die Leistung – wie auch bei allen anderen dampfbeheizten Apparaten – ebenfalls über den Dampfdruck mit einem entsprechenden Dampfdruckregelventil regelbar.

Die besondere Kondensatstauregelung des Hybrid Tubular Wärmeübertragers von VAU Thermo-*tech* ermöglicht es, die Heizleistung nahezu stufenlos zwischen 0 und 100 % zu skalieren. Das schnelle Regelungsvermögen gegenüber eines Rohrbündelwärmeübertragers geht einher mit einer guten Wärmeübertragung und einer hohen Heizflächendichte.

Plattenwärmeübertrager sind nicht gleich Plattenwärmeübertrager

Bei einem dampfbeheizten Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager



Bild 4. Vorbereitung eines Heizkondensators zur Druckprobe

kommen Plattenwandstärken ab 0,8 mm zum Einsatz. Auf den ersten Blick mag der etwas höhere Materialeinsatz im Vergleich zu einem klassischen Plattenwärmeübertrager mit einer Wandstärke von 0,4 mm als zu hoch bzw. im Vergleich zu einem Rohrbündelwärmeübertrager mit einer Wandstärke von 1,2 mm als zu gering erscheinen.

Doch gerade bei einem Einsatz von feuchtem Dampf im Zweiphasengebiet ist der Hybrid Tubular Wärmeübertrager mit seinem stärkeren Edelstahlblech besser gegen Abrasion durch mit hoher Geschwindigkeit auftreffende Wassertropfen geschützt als ein Plattenwärmeübertrager. In Kraftwerken, die eine hohe Ausfallsicherheit aufweisen müssen, ist dies entscheidend. Ein Hybrid garantiert damit

längere Standzeiten durch geringere Abnutzung.

Großvolumige Ströme erzeugen über einen größeren Strömungsquerschnitt geringere Geschwindigkeiten und dadurch geringere Druckverluste. Das vollverschweißte Plattenpaket des Hybrid Tubular Wärmeübertragers wird mit seinem drucktragenden Gehäuse komplett verschweißt (Bild 4). Die Folge: Es werden keine Dichtungen benötigt, die spröde werden und regelmäßig ausgetauscht werden müssten.

Bei der thermischen und mechanischen Auslegung eines Heizkondensators sind stets Dampfzustand und Dampfqualität zu berücksichtigen. Nicht kondensierbare Gase verringern den Kondensationsdruck und sollten im laufenden Betrieb abgesaugt werden, um die

Heizfläche nicht zu blockieren und totzulegen.

Eine Überhitzung des einströmenden Dampfs sowie auch feuchter Dampf haben Einfluss auf die Dampfmenge und auf die mechanische Festigkeit der verarbeiteten Materialien. Zur guten Auslegung eines jeden Heizkondensators gehört daher die sorgfältige Nachberechnung der verschiedenen Lastfälle, Designwerte, des Minimums und Maximums jeweils abhängig von möglichen Betriebsdrücken. Nur so sind mechanische Belastungen aller Bauteile, die in Folge von Strömungsgeschwindigkeiten, Druckverhältnissen, Dampfzuständen und thermischen Spannungen auftreten, prognostizierbar.

Fazit

Seit fast 30 Jahren arbeiten vollverschweißte Hybrid Tubular Wärmeübertrager als Heizkondensatoren störungsfrei in verschiedenen Kraftwerken, Heizkraftwerken und Müllverbrennungsanlagen (Bild 5). Sie haben damit mittlerweile ähnliche Standzeiten erreicht, wie der klassische Rohrbündelwärmeübertrager.

Beispiele für die jahrzehntelang erfolgreiche Nutzung von Hybrid Tubular Wärmeübertragern als Heizkondensatoren finden sich in den Heizkraftwerken von Wärme Hamburg und den Stadtwerken Augsburg. Bei beiden Betreibern werden aktuell die sich immer noch in Betrieb befindlichen Hybrid Tubular Wärmeübertrager durch solche mit einer höheren Heizleistung ausgetauscht.

Hybrid Tubular Plattenwärmeübertrager sind preiswert in der Anschaffung, flexibel in der Bauform, haben ein geringes Gewicht und bieten auf wenig Fläche eine hohe Heizleistung. Im Betrieb zeichnen sie sich durch Wartungsfreundlichkeit, Ermüdungsbeständigkeit, Effizienz und flexible Anpassung an unterschiedliche Anforderungen aus.

Durch ihre hohe Standzeit sorgen sie für eine sichere und kontinuierliche Verfügbarkeit der Fernwärme-Heißwasserbereitung. Eine Erweiterung oder Neuplanung eines Kraftwerks mit diesem Apparatetyp wird Wirkungsgrad, Wirtschaftlichkeit und die variabelere Nutzung der Gesamtanlage erhöhen.



Bild 5. Einbau eines Hybrid Tubular Plattenwärmeübertragers in einer Müllverbrennungsanlage

Manfred Hermanns
CTO, VAU Thermotech
GmbH & Co. KG,
Heldrungen
manfred.hermanns@vau-thermotech.de
www.vau-thermotech.de

