9. Jahrgang
Februar 2006
S. 16–18
1/2

CIT plus

SONDERDRUCK

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

LOB APPARATEBAU

Rohrleitungen effizient beheizen

Bewährtes System für temperierte Behälter erobert sich ein neues Anwendungsgebiet

GIT VERLAG
A Wiley Company
www.gitverlag.com

LOB APPARATEBAU

Rohrleitungen effizient beheizen

Bewährtes System für temperierte Behälter erobert sich ein neues Anwendungsgebiet

Mit dem WTP-System hat LOB ein Verfahren vorgestellt, das eine deutlich wirtschaftlichere Herstellung von temperierten Druckbehältern erlaubt. Nun haben Test- und Versuchsreihen ergeben, dass auch Rohrleitungen mit dieser Technologie effizient beheizt werden können. In diesem Anwendungsbereich sind die Vorteile der WTP-Technologie mindestens ebenso überzeugend wie bei Druckbehältern.

WTP-Rohrleitung DN400

Beim ersten Anblick fällt das WTP-System durch seine markante und ungewöhnliche Optik auf: In regelmäßigen Abständen sind kreisrunde Laserschweißnähte von wenigen Zentimetern Durchmesser aufgebracht. Durch diese Form der Schweißnähte entsteht nicht nur die dauerhafte Verbindung zwischen Außenmantel und Innenrohr – die kreisrunde Form sowie die Anordnung und Größe der Schweißkreise und Schweißraster bilden die Basis für die hervorragende Strömungsdynamik des Temperiersystems. Dabei wird der Außenmantel mit Hilfe der Innenhochdruck-Umformung (IHU) so aufgeweitet, dass sich gleichmäßige Hohlräume von 2 bis 5 mm Höhe bilden. Durch diese Hohlräume strömt das gasförmige oder flüssige Wärmeträgermedium. Dabei werden die Strömungsrichtungen über zusätzliche lasergeschweißte Linearführungen beeinflusst, welche ein gleichmäßiges Durchströmen der Hohlräume gewährleisten und für zusätzliche Turbulenzen des Heiz- oder Kühlmediums sorgen.

Schon vor der Einführung des WTP-Systems hatte LOB umfassende interne Testreihen durchgeführt, welche durch Prüfungen externer, unabhängiger Institutionen wie dem TÜV Rheinland ergänzt wurden. Inzwischen hat sich das Verfahren bei zahlreichen Anwendungen in der Chemie- und Pharmaindustrie sowie im Energiesektor durchgesetzt. Die besonderen Vorteile des WTP-Systems zeigen sich vor allem dort, wo komplizierte Geometrien in temperierter Ausführung hergestellt werden. Bei herkömmlichen Doppelmantel-Konstruktionen sind solche aufwendigen Geometrien – z. B. Behälter oder Rohre mit vielen Durchdringungen, Öffnungen oder Flanschanschlüssen – nur mit erheblichem konstruktiven Aufwand und hohen Kosten realisierbar. Mit dem WTP-System lassen sich hingegen auch Behälter mit vielen Durchdringungen, Öffnungen und Flanschanschlüssen effizient und kostengünstig temperieren. Gerade bei einem hohem Außenmanteldruck ist das WTP-System eine Alternative, da der Außendruck nicht in die Wanddickenberechnung des Innenrohrs eingeht. Geringere Wanddicken und ein besserer Wärmedurchgang sind das Ergebnis. Auch wird beim WTP-System eine gleichmäßige Durchströmung der Hohlräume bei schwierigen Geometrien gewährleistet.

Mindestens ebenso wichtig wie die einfache Realisierung ist natürlich auch die Frage nach der thermischen Effizienz des System. So sind beim WTP-System auch die Wärmeübergänge deutlich besser als beim klassischen Doppelmantel oder bei der Halbrohrschlange. Durch den verbesserten Wärmeübergang lässt sich die Menge der Wärmeträgerflüssigkeit minimieren, was zu deutlichen Energiekosteneinsparungen führt. Darüber hinaus wird die gesamte Konstruktion kompakter und leichter, weil das WTP-System nur einige Millimeter hoch baut. Dank zahlreicher praktischer Anwendungen und Messungen konnte die Firma LOB ihr Know-how über die Optimierung der Durchströmung des WTP-Systems ausbauen und kann heute die Strömungsführung und die erforderliche Wärmeträgermenge sowie den Druckverlust für jeden Anwendungsfall individuell bestimmen. Strömungstests, die LOB mit einem WTP-Versuchsträger mit durchsichtigem Außenmantel durchgeführt hat, veranschaulichten die gleichmäßige Verteilung des Wärmeträgermediums im WTP-System.

Ein Temperiersystem auch für Rohrleitungen?

All diese Vorteile und die große Nachfrage haben die Ingenieure von LOB veranlasst, den Einsatzbereich des WTP-Systems auszubauen und gezielt nach weiteren Anwendungsmöglichkeiten zu suchen. Denn was bei Druckbehältern funktioniert, muss auch bei temperierten Rohrleitungen technisch realisierbar sein. Bereits bei der theoretischen Betrachtung der Systembau-

weise sind die Vorteile überzeugend: Bei einer Rohrleitung in NW 300 würde man einen Doppelmantel in NW 400 benötigen. Ein WTP-System mit gleicher oder besserer Leistung würde den Rohrquerschnitt aber nur um maximal 12 mm vergrößern. Dies hat zur Folge, dass die WTP-Rohrleitung bei weitem nicht so biegsteif wie eine vergleichbare Doppelmantelrohrleitung ist. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Stressberechnung ist viel einfacher zu gestalten, und viele Kompensatoren entfallen.

Auch die thermischen Vorteile des WTP-Systems in Bezug auf den Wirkungsgrad lassen sich gerade bei Rohrleitungen sehr gut ausschöpfen. Denn in der Praxis müssen Rohrleitungen häufig sehr heiße Medien transportieren und entsprechend hoch temperiert werden können. So werden z. B. in der Kraftwerkstechnik Verbrennungsgase mit Temperaturen bis zu 1500°C über Rohrleitungen abgeführt und zusätzlich in diesen gekühlt. Hier kann das WTP-System seine energetischen Vorteile voll ausspielen. Auf der anderen Seite der Temperaturskala sorgt das System für eine ebenso effiziente Beheizung – zum Beispiel in der Papierindustrie oder bei der Herstellung von Nahrungsmitteln. Auch in der chemischen Industrie, wo Prozessgase zur Vermeidung von Kondensation oft Temperaturen über 200° C nicht unterschreiten dürfen, finden sich hervorragende Anwendungsmöglichkeiten.

WTP-Rohrleitung DN250

Versuche mit beeindruckenden Ergebnissen

Basierend auf diesen theoretischen Überlegungen führte LOB umfassende Test- und Versuchsreihen an Rohrleitungen durch. Welche thermischen und energetischen Vorteile des WTP-Systems sich bei den Tests ergaben, kann man am überzeugendsten an einem Ergebnis aus den Versuchen der LOB-Ingenieure konkretisieren. So ergab sich für die klassische Doppelmantel-Konstruktion bei einem Innenrohrdurchmesser von 273 mm (bei waagerechter Kondensation) eine normierte Wärmeübergangszahl von 2,8246. Bei einer vergleichbaren WTP-Rohrleitung waren es dagegen 3,3371 – der Wärmeübergang wurde durch das WTP-System also um 18 % verbessert. Beim Kühlen oder Heizen mit vergleichbaren Flüssigkeitsmengen im Doppelmantel und im WTP-System ergab sich sogar eine Veränderung der Wärmeübergänge von 8.600 auf 74.700 W / qm K – das bedeutet eine theoretische Steigerung von über 870 %.

Bei einem weiteren Versuch verglich LOB die benötigten Mengenströme beim Doppelmantel und beim WTP-System, um identische Wärmeübergangszahlen zu erreichen. Dabei wurde bei unterschiedlichen Nennweiten eine konstante Geschwindigkeit im Doppelmantel von 1,2 m/s zu Grunde gelegt. Das Ergebnis: Zur Erreichung gleicher Wärmeübergangszahlen wie im Doppelmantel reduzierte sich die Strömungsgeschwindigkeit im WTP-System von 0,84 m/s bei DN 250 auf 0,52 m/s bei DN 1500. Darüber hinaus wurde auch der benötigte Energiebedarf der Pumpen bei einer Druckhöhe von 2,5 bar und 8.000 Betriebsstunden verglichen. Dabei ergaben sich folgende Werte:

- Doppelmantel (DN 250) – 431.600 kWh
- Doppelmantel (DN 1500) – 13.873.000 kWh
- WTP-System (DN 250) – 27.800 kWh
- WTP-System (DN 1500) – 98.650 kWh

Bessere Leistung, erhebliche Energieeinsparung

Das Ergebnis dieser Tests lässt sich einfach zusammenfassen: Mehr Leistung, weniger Energieverbrauch. Um dies zu untermauern, hat LOB zusätzliche Berechnungen und Analysen von Durchflussmenge und Geschwindigkeit der Heiz- bzw. Kühlmedien durchgeführt. Dabei ergab sich, dass das WTP-System bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit eine um mehr als 30 % höhere Wärmeübergangszahl erreicht. So kann der Anwender bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit die Menge der Heiz- oder Kühlmedien um 91 % reduzieren. Will man die gleiche Wärmeübergangszahl erreichen, so kann man – immer im Vergleich zum Doppelmantel – mit 93,5% weniger Heiz- oder Kühlmedium arbeiten. Im Klartext: Man benötigt nur noch 6,5% der ursprünglichen Medienmenge. Da die Fördermenge direkt proportional zur Pumpenleistung ist, führt diese Mengenreduzierung auch zur deutlichen Energieeinsparung. Zahlreiche Tests, die in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Köln durchgeführt wurden, bestätigten diese Ergebnisse.

Überzeugende Alternative zum Doppelmantel

Neben den genannten energietechnischen Vorteilen bietet das WTP-System im Vergleich zum Doppelmantel aber auch zahlreiche Konstruktionsvorteile: Selbst Anschlussvarianten, die mit einem Doppelmantel gar nicht darstellbar sind, wie z. B. T-Stücke, können wirtschaftlich produziert werden. Auch andere Formstücke wie Krümmer und Reduzierungen sind einfach zu beheizen bzw. zu kühlen. Zudem umgeht der Anwender des WTP-Systems die konstruktiven Nachteile bzw. Unwägbarkeiten des klassischen Doppelmantelprinzips. Denn der Doppelmantel kann zwar durch Endscheiben kostengünstig abgeschlossen werden, aber es stehen keine prüffähigen Schweißnähte zur Verfügung (wenn man von aufwändigen FE- oder MP-Prüfungen absieht). Ferner entstehen durch die unterschiedlichen Wärmedehnungen von Innen- und Außenrohr, die durch die Endscheiben übertragen werden, Zwängungen an den Endscheiben und dadurch hohe Spannungen am Innenrohr. Deshalb verwendet man oft Klöpperböden oder

WTP-Rohrbogen

Konen als Abschluss des Doppelmantels, die aber auch wiederum Zwängungen am Innenrohr hervorrufen. Technisch optimal wäre sicherlich ein individuell angefertigter Doppelmantel, der so angeschweißt wird, dass der Innenspalt jeweils durch eine halbkreisförmige Geometrie abgeschlossen ist. Dies lässt sich jedoch wirtschaftlich kaum realisieren. Beim WTP-System hingegen sind aufgrund der Formgebung solche Abschlüsse viel einfacher zu gestalten.

Fazit

Das WTP-System erweist sich damit als hervorragende Alternative auch zu Doppelmantel-Rohrleitungen. Nach den Erfahrungen von LOB sind die Vorteile nicht nur technischer, sondern auch kommerzieller Art: Ab einer Nennweite von etwa 300 ist die WTP-Konstruktion selbst in der Anschaffung kostengünstiger. Auch bei den späteren Betriebskosten (life-time costs) ist das WTP-System aufgrund der verbesserten Wärmeübergänge und der geringeren Mengen an Heiz- oder Kühlmedium eine sehr wirtschaftliche Alternative zur konventionellen Doppelmantel-Konstruktion.

Kontakt:
LOB GmbH, Köln
Tel.: 0221/82953-0
info@lob-gmbh.de
www.lob-gmbh.de

Wir können aber noch viel mehr!

Das LOB Leistungsspektrum umfasst – neben dem WTP-Temperierungssystem – natürlich noch viel mehr wie die Herstellung von Behältern, Kopfkondensatoren,Wärmeaustauschern und Kolonnen – eine umfangreiche Übersicht mit zahlreichen Beispielen finden Sie unter www.lob-gmbh.de. Abgerundet wird unser Leistungsspektrum durch unser Servicepaket:

- Beratung, Planung und Montage
- Wärmetechnische/statische Berechnung und Konstruktion

Wir sind zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000 und verfügen über alle wesentlichen Zulassungen wie z. B. HP0, Germanischer Lloyd, TRBF 181, Schweißzulassung (nach DIN EN 729-2), den großen Eignungsnachweis nach DIN 18800 (Teil 7) sowie den China Stamp (SQ-Lizenz). Weiterhin ist LOB Fachbetrieb nach § 19 WHG und mit dem Prüfzeichen für Doppelböden ausgestattet.

LOB
APPARATEBAU

LOB GmbH
Porzer Straße 1-5 · 51107 Köln
Tel.: 0221/82953-0 · Fax: 0221/82953-40
E-Mail: info@lob-gmbh.de · www.lob-gmbh.de