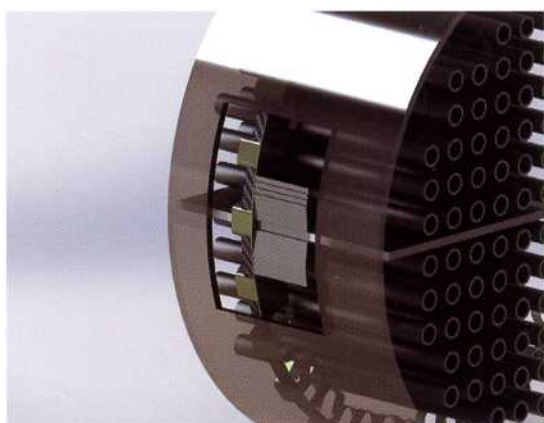


Dichtungstechnik für Wärmeübertrager

Materialien - Ausführungen - Montage



PP PUBLICO Publications

Neue Elastomer-Technologien für die anspruchsvolle Plattenwärmetauscher-Anwendung

Autoren: Jon Cutler, Materials Development Manager/Jakub Marczyk, Global PHE Product Manager/Krzysztof Pawelek, Materials Development Engineer¹⁾

1. Einleitung

Die Technologie der Plattenwärmetauscher (PWT) hat sich in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt. Höchst effizient werden damit meist flüssige Medien entweder erhitzt oder gekühlt. Getrieben wird diese Entwicklung vielfach durch steigende Anforderungen an PWT durch ihre grundsätzlich zunehmende Attraktivität in immer anspruchsvolleren Anwendungen. Ein wichtiger Faktor ist zum Beispiel der steigende Bedarf nach Lösungen zur Energieeinsparung. Im Rahmen dieser Weiterentwicklung von PWT sind ebenfalls die technischen Anforderungen an die Dichtungen gestiegen, was wiederum die Weiterentwicklung der Elastomertechnologie vorantreibt. Die Autoren des Beitrages sind Mitarbeiter eines weltweit führenden Entwicklers und Herstellers von Dichtungslösungen auf Polymer-Basis und bietet eine breite Palette von Elastomeren, die speziell für PWT-Anwendungen entwickelt wurden. Umfassende Entwicklungsarbeit macht es möglich, kontinuierlich neue Lösungen für die wachsenden Ansprüchen des Marktes anzubieten.

In diesem Artikel werden diverse Elastomere in unterschiedlichen Anwendungen anhand von Felderfahrungen und Jahren der Materialentwicklung speziell für PWT bei Trelleborg Sealing Solutions betrachtet. Diese Werkstoffe wurden vielfach in enger Zusammenarbeit mit Herstellern von PWT entwickelt und sind heute erfolgreich in diesen Prozessen auf der ganzen Welt im Einsatz. Trelleborg Sealing Solutions spezialisiert sich auf das Entwickeln von Elastomeren und die Produktion von Dichtungen für PWT-Erstausrüster. Hervorragenden Temperaturbeständigkeit, gute mechanische Eigenschaften sowie chemische Beständigkeit der Dichtungen sind kritische Anforderungen für die Gewähr einer langen und zuverlässigen Betriebsdauer in immer anspruchsvoller werdenden Anwendungen.

2. Das Prinzip des Plattenwärmetauschers

Der PWT ist ein Apparat, der Wärme von einem Medium auf das andere überträgt, ohne dass dabei die beiden Medien miteinander in Kontakt treten. Das Designprinzip eines PWT lässt zwei unterschiedlich temperierte Medien getrennt durch eine Profil-Metallplatte aneinander vorbeifließen. Die Temperaturen der beiden Medien werden über eine Metallplatte ausgetauscht. Um die beiden Medien voneinander getrennt zu halten, wird die Metallplatte mittels einer Elastomer-Profilabdichtung abgedichtet. Andere Methoden sind entweder das Zusammenlöten oder Vollverschweißen der Platten. Die Vorteile von gedichteten Wärmetauschern sind vielfach. Sie können für die Reini-

¹⁾ PHE Gaskets, Trelleborg Sealing Solutions, , www.tss.trelleborg.com/www.trelleborg.com

gung geöffnet werden, sie sind wartungsfähig und ihre modulare Konstruktion erlaubt bei Bedarf das Hinzufügen oder Entfernen von Platten. Insgesamt ist das ein sehr flexibles und kostengünstiges Prinzip. Die Nachteile von gedichteten Wärmetauschern liegen in ihrem eingeschränkten Einsatzbereich, da Elastomere nur innerhalb eines begrenzten Temperatur-, Druck- sowie Medienbereiches funktionsfähig bleiben. Unter extremen Einsatzbedingungen bewähren sich entweder gelötete oder vollverschweißte Apparate.

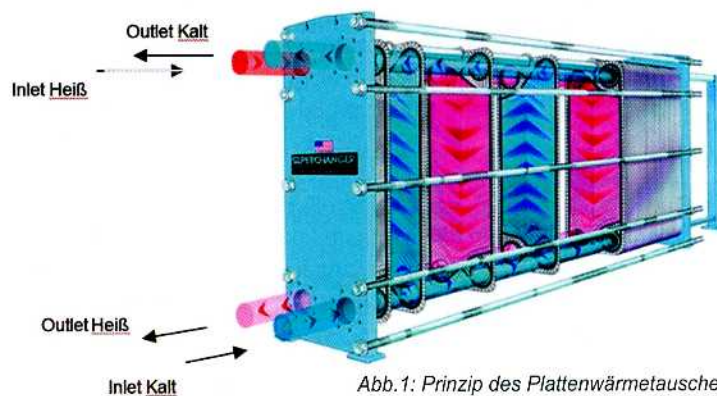


Abb.1: Prinzip des Plattenwärmetauschers

Wärmetauscherplatten bestehen generell aus rostfreiem Stahl, bei speziellen Anwendungen werden Titan oder andere korrosionsbeständige Legierungen verwendet. Die Plattendicke kann je nach Umständen nur 0.5 mm betragen, insbesondere bei teuren Metallen oder wenn Gewicht- oder Wärmetransfer optimiert werden sollen. Platten mit einer Stärke von über 1 mm werden vor allem bei sehr hohem Betriebsdruck von bis zu 50 Bar eingesetzt, um ein Verformen der Platten unter Belastung zu verhindern. Hochdruckanwendungen stellen eine besondere Herausforderung für gedichtete PWT dar und bedürfen sorgfältiger Abstimmung zwischen Platten- und Nutdesign sowie der Profildichtung selbst. Optimale Parameter sind eine tiefe Prägung der Nut mit einer darin sehr akkurat platzierten Dichtung, ein geringstmögliches Verformen der Platte unter Belastung sowie ein hohes Modul des Elastomers. Gedichtete PWT sind aus der Perspektive allgemeiner Dichtungstechnologie eher unkonventionell mit einem Nutfüllgrad von nahezu 100% konzipiert. Eine solch hohe Nutfüllung ist in vielen anderen Anwendungen so nicht denkbar. Bei PWT wird dadurch eine höchstmögliche Temperaturbeständigkeit sowie eine maximale Betriebsdauer des Apparates garantiert. Durch das flexible Plattensystem im PWT können sich die Platten im Bereich der Nut bei deren Verpressen und Schließen verformen bzw. ausdehnen. Dadurch wird die Abdichtung durch die flexible Elastomer-Dichtung gewährleistet.

Die Betriebstemperatur von gedichteten PWT wird durch die Fähigkeit des Elastomers, insbesondere in heißen wässrigen Medien, bestimmt. Allgemein finden Elastomere ihren Anwendungsbereich bei Temperaturen von -50 bis $+200^{\circ}\text{C}$, in nicht wasserhaltigen Medien vielfach auch darüber. In fast allen PWT-Anwendungen werden Wasser oder Wasserdampf jedoch als erhitzendes oder kühlendes Medium verwendet. Insbesondere heißer Wasserdampf ist gegenüber den meisten Elastomeren sehr aggressiv. Bei Temperaturen $>180^{\circ}\text{C}$ fängt Dampf an, in die Elastomermatrix einzudringen und Hydrolyse zu verursachen, was die mechanischen Eigenschaften des Elastomers nach und nach schwächt und letztendlich zerstört.

Das flexible Plattensystem, kombiniert mit dem hohen Nutzfüllgrad, verlangt der Elastomer-Dichtung ein Zusammenspiel von besonderen Eigenschaften, vor allem unter schwierigeren Anwendungsbedingungen, ab.

Diese Eigenschaften sind insbesondere:

- Härte und Modul müssen in einem guten Gleichgewicht stehen, um einerseits dem Betriebsdruck standzuhalten und gleichzeitig das Risiko der Plattenverformung gering zu halten. Allgemein hat sich eine Härte von 80 IRHD bewährt – sowohl im Labor als auch in Anwendungen.
- Gute Zug- wie Reiß- und Weiterreißfestigkeit sind in der Anwendung sehr wichtig, da die Dichtung bedingt durch das Konstruktionsprinzip der Platten nicht durchgehend gleichmäßig in der Nut liegt, d.h. der Anpressdruck von Bereich zu Bereich variiert stark. In den Übergängen zwischen den Extremen sowie an den Extrusionsspalten wie z.B. der Leckagespalte oder an den Durchtrittsöffnungen, wird die Dichtung punktuell mechanisch extrem belastet.
- Gute Beständigkeit der mechanischen Eigenschaften der Dichtung über die gesamte Betriebstemperatur des PWT. Da der Wärmeausdehnungskoeffizient jedes Elastomers entsprechend der Einsatztemperatur variiert, nehmen die Verpressungskräfte auf die Dichtung zu, je heißer der Apparat wird. Parallel dazu schwächen sich die mechanischen Eigenschaften des Elastomers, ebenfalls temperaturbedingt, ab. Um eine gute Funktionalität der Dichtung zu gewährleisten und z.B. ein Reißen bei hohen Temperaturen zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass das Elastomer gute mechanische Eigenschaften bei Temperaturen weit über 100°C aufweist. Der Hersteller kann dies durch sorgfältige Auswahl von Polymer und Füllstoffen erreichen.
- Langzeitdichtverhalten. PWT-Dichtungen sind in ihrer Anwendung statische Dichtungen. Um die Lebensdauer von Dichtungen bei Einsatz in den Extremtemperaturbereichen zu maximieren, muss der Langzeit-Druckverformungsrest des Elastomers durch ein hohes Maß molekularer Verlinkung mit Hilfe spezieller hitzebeständiger Vernetzungssysteme auf einem Minimum gehalten werden. Dies steht in direktem Zusammenhang mit der Notwendigkeit, ausreichende mechanische Eigenschaften des Elastomers zu gewährleisten, um ein Reißen der Dichtung bei hohen Temperaturen zu vermeiden. Elastomerwerkstoffe müssen desweiteren mit Hilfe von Antioxidanten und anderen alterungsbeständigen Chemikalien gut geschützt sein.
- Als Elastomere werden in PWT-Dichtungen überwiegend NBR (Nitrile-Butadien-Kautschuk) und EPDM (Ethylene-Propylene-Diene-Kautschuk) eingesetzt. Diese Elastomere sind sehr kosteneffektiv und bieten gute Beständigkeit in einem breiten Medienspektrum. Sie können auf gute mechanische Eigenschaften und Langzeitdichtverhalten konzipiert werden, aber auch auf zusätzliche Eigenschaften für bestimmte Märkte oder Anwendungen, wie z.B. die Nahrungsmittelindustrie. In schwierigeren Einsatzbereichen kommen Elastomere wie HNBR (Hydrierter NBR), verschiedene Typen von FKM (Fluorkautschuk), TFE/P (Tetra-Fluoro-Ethylen-Propylen) und FFKM (Perfluorkautschuk; Marke Isolast®) zum Einsatz. Dabei

muss in aggressiveren Medien vielfach bei hohen Temperaturen zuverlässig und auf Dauer abgedichtet werden. Darüber hinaus werden in speziellen Anwendungen, wie z.B. bei der Kühltechnik, auch Butyl- und Chloropren-Kautschuk eingesetzt.

In jüngster Vergangenheit ist die Elastomerentwicklung für PWT-Anwendungen stark geprägt durch immer höhere Betriebstemperaturen sowie zunehmend aggressiveren Medien, wie z.B. in der Anwendung für Gas-entschwefelungsanlagen. Hierfür sucht der Markt nach alternativen Lösungen. Darüber hinaus gibt es zunehmende Restriktionen und Bedarfe nach Elastomeren mit Instituts- und anderen Freigaben für spezielle Märkte und Anwendungen wie z.B. FDA, 3-A Sanitär, WRAS und andere Trinkwasserstandards oder BfR für die Nahrungsmittelindustrie sowie Schwefel- und Halogenbegrenzung für die Nuklearindustrie. Hier ist zunehmend herausragende technische Expertise in Elastomerkonzeption und -entwicklung wie auch bei der Dichtungsherstellung gefragt. Weitere Treiber für Materialentwicklung ist der Kostendruck vom Markt, bessere und gleichzeitig kostengünstigere Lösungen anzubieten oder Lücken in gewissen Anwendungsbereichen zu schließen, bei denen bisher das Preis-Leistungsverhältnis zwischen Standard- und Prämiematerial weit auseinander liegen, z.B. EPDM gegenüber FKM GB oder GF in heißem Dampf.

3. PWT-Elastomere in der Nahrungsmittelindustrie

Vor nahezu 100 Jahren wurden gedichtete PWT zum ersten Mal für die industrielle Milchpasteurisierung entwickelt. In der Milchverarbeitung ist der gedichtete PWT bis heute eine feste Institution geblieben. Zwischenzeitlich hat der gedichtete PWT aber auch Einzug in vielen anderen lebensmittel- und getränkeverarbeitenden Prozessen, die nicht auf Milchbasis sind, gehalten.

Das Konzept des gedichteten PWT ist perfekt geeignet für die lebensmittelverarbeitenden Industrien. Durch die strikte Trennung des Wärmetauschmediums (allgemein Heißwasser oder Dampf) vom Lebensmittel im Apparat wird jegliches Risiko der Kontamination vermieden. Durch die hohe Effizienz können Prozesszeiten minimiert werden. Gedichtete Apparate werden allgemein für die Pasteurisierung, das Sterilisieren, Erhitzen und Kühlen von vielen Lebensmitteln wie zum Beispiel bei Milchprodukten, Bier, Sodas, Fruchtsäften oder pflanzlichen Ölen verwendet.

Gedichtete PWT erlauben das Öffnen der Apparate zwecks kompletter Reinigung oder Austausch der Dichtungen nach Bedarf. Ersteres aus Hygienegründen der vielleicht wichtigste Aspekt, um Bakterienbefall im Prozessfluss durch eventuelle Rückstände im Apparat zu vermeiden. In der Lebensmittel- und Getränkeindustrie allgemein übliche CiP (Clean-in-Place) oder SiP (Steam-in-Place) Reinigungsregimes, die sich für die Dichtungen je nach Konzentration und Temperatur sehr aggressiv verhalten können, sind ebenfalls mit moderner Elastomertechnologie lösbar.

Trelleborg Sealing Solutions bietet ein umfassendes Portfolio von Elastomeren für die lebensmittel- und getränkeverarbeitenden Industrien, die für ein breites Spektrum von Medien und Anwendungsbedingungen geeignet sind. Alle Werkstoffe erfüllen die Anforderungen nach FDA 177.2600 sowie weitere für diese Industrien üblichen Standards wie BfR, 3A-Sanitär, WRAS oder andere länderspezifische Trinkwasserverordnungen. Das Portfolio wurde in jüngster Zeit ergänzt durch

