



So dicht wie möglich

Die Dichtheitsprüfung von Kältekreisläufen ist wichtig für Mensch, Natur und Wirtschaftlichkeit.

Die Regularien zur Dichtheit von Kühl- und Kältemitteln werden immer strikter. Denn aufgrund der Erderwärmung fällt der Blick verstärkt auf das immense Treibhauspotenzial von Kältemitteln. Um die Vorschriften zu erfüllen, wächst die Nachfrage für energieeffiziente HVAC-R-Systeme (heating, ventilation, air conditioning and refrigeration). Moderne Lecksuchsysteme unterstützen diese Ansprüche, indem sie die Dichtheit von Kühl- und Kältekreisläufen gewährleisten.

Ein kaltes Bier aus dem Kühlschrank oder angenehme 20 Grad im Büro: Kälte- und Klimatechnik begegnet den Menschen täglich. Während der Kühlschrank einen

kleinen, isolierten Raum kühlt, halten Klimaanlage das eigene Zuhause, Büroräumlichkeiten oder einen Supermarkt auf einer angenehmen Temperatur. Zu verdanken ist dies dem Wechsel von gasförmigen und flüssigen Aggregatzuständen.

Flüssigkeiten, die sich in den gasförmigen Zustand ausdehnen, entziehen der umgebenden Substanz oder Fläche Wärme. Kältemittel unterstützen diesen Prozess: Sie verdampfen oder sieden bei viel niedrigeren Temperaturen als Wasser und ermöglichen es, Wärme schneller ihrer Umgebung zu entziehen. Der Kältekreislauf besteht im Wesentlichen aus Kompressor, Verdampfer, Verflüssiger, Entspannungsventil und verschiedenen Verbindungspunkten. Dazu gehö-

ren beispielsweise Schweißnähte und Verschraubungen zwischen den Bauteilen. Jede dieser Komponenten muss auf ihre Dichtheit geprüft werden, damit das komplette System effizient und so dicht wie möglich über den gesamten Lebenszyklus funktioniert.

Regularien und Normen

Die Dichtheit von Kühl- und Kältesystemen wird mittels eines Massenverlusts, der über eine bestimmte Zeit erfolgt, beschrieben. In der Kälte- und Klimatechnik definiert die Einheit Gramm pro Jahr (g/a) den Verlust des Kältemittels in einem System. In Privathaushalten sowie kleineren Restaurants und Geschäften darf

der Kältemittelverlust 2 bis 5 g/a betragen. Wird der Kältemittelverlust in eine äquivalente Leckrate mit 100 % Prüfgaskonzentration umgerechnet, entspricht dies einer Leckrate von $1-5 \cdot 10^{-5}$ mbar · l/s. Damit ist eine Grenzleckrate bei der Dichtheitsprüfung in der Produktion definiert. In kommerziellen Einsatzgebieten wie Hotels, Bürogebäuden und Krankenhäusern unterscheiden sich die Systeme in ihrer Größe und Komplexität von privaten Anwendungen. Dadurch haben diese Systeme eine höhere Anfälligkeit für Undichtigkeiten. In der Summe ist hier ein maximaler Kältemittelverlust von 5 bis 15 g/a erlaubt. In der Industrie beträgt er sogar 15 bis 30 g/a. Dies betrifft chemische Prozesse, die großangelegte Prozesskühlung einsetzen, etwa bei der Herstellung von Lebensmitteln oder Pharmazeutika.

Den Anforderungen von Regularien und Normen folgend, müssen Kältekreisläufe so dicht wie möglich sein. Denn bereits kleinste Lecks von 10 µm können immense Schäden verursachen:

- reduzierte Systemleistung,
- erhöhter Energiebedarf,
- Überhitzung,
- Beschädigung und Versagen des Kompressors.

Das erhöht die Ausfallzeiten und die Betriebskosten für Kältemittel, Service oder Strom. Hinzu kommen negative Auswirkungen auf den Umsatz, das Unternehmensimage und das Klima.

Gleichzeitig stellen die zunehmend strikteren Regularien und Normen die Industrie vor eine immer größere Herausforderung. Auf internationaler Ebene kommt die Vereinbarung von Kingali zur Anwendung. In Europa gilt die europäische F-Gas Verordnung – EU Nr. 517/2014. Diese beinhaltet die Einschränkung von Kältemitteln mit hohem Treibhauspotenzial. Bis 2030 werden einige Kältemittel sukzessive reduziert, was einen ho-

hen Aufwand für Zulieferer und Hersteller mit sich bringt: Das gesamte System muss überarbeitet werden, um seine effiziente und kostengünstige Arbeitsweise zu gewährleisten.

Höhere Standards

Daher sind verbesserte, energieeffizientere HVAC-R-Systeme gefragt. Daneben erhöhen sich Qualitäts- und Produktivitätsstandards, sodass bereits in der Produktion die Leckagekontrolle eine wichtige Rolle spielt. Vor der tatsächlichen Dichtheitsprüfung sind die Trocknung und Dichtheitsprüfung der Systeme erforderlich. Sie wirken sich direkt auf die Lebensdauer und Leistungsfähigkeit des Geräts aus.

Damit sich Leckagen frühzeitig erkennen und ausbessern lassen, werden alle Komponenten, die mit Kältemittel in Verbindung kommen,

individuell geprüft. Die Anforderungen an diese Prüfung hängen nicht nur von der Grenzleckage rate ab, sondern auch von dem verwendeten Prüfgas und dessen Konzentration, der Prüfzeit, dem Grad der Automatisierung und ob es sich um eine lokalisierende oder integrale Prüfmethode handelt. Um die geforderte Grenzleckagerate einzuhalten, erfolgt nach einem Groblecktest, beispielsweise mit luftbasierten Prüfmethoden, eine Dichtheitsprüfung im Vakuum bzw. in einer Akkumulationskammer. Auch eine Schnüffelprüfung kann eine Leckage lokalisieren.

Sind die einzelnen Komponenten erfolgreich überprüft, werden sie im nächsten Schritt zu einem System zusammengebaut und verschweißt. Nach einem optionalen Groblecktest mit Luft wird der Kältekreislauf evakuiert und vakuumgetrocknet.

Der ASM 306 S besitzt eine eingebaute Kalibriereinrichtung für die Schnüffelsonde, die an einem fünf Meter langen Kabel befestigt ist.





Das intuitive Menü erlaubt eine einfache Bedienung.

Für mehr Langlebigkeit

Das Evakuieren und die gleichzeitige Trocknung des Systems beeinflussen die spätere Effizienz und Zuverlässigkeit. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Trocknung der Restfeuchtigkeit: Die Herausforderung besteht darin, die dünne Feuchtigkeitsschicht zu entfernen, die an den Innenflächen von Kompressor, Verflüssiger, Verdampfer, Ventilen und Leitungen haftet. Denn verbleibende Restfeuchtigkeit kann im Betrieb einfrieren und Ausfälle im Expansionsventil oder im Verschlussrohr verursachen. Darüber hinaus reagiert Wasser mit dem Kältemittel und bildet Säuren, die korrodieren und/oder Ablagerungen bilden können, sodass ein Ausfall des Gesamtsystems droht.

Die Vakuumtrocknung ist daher entscheidend für den erfolgreichen Langzeitbetrieb des Systems. Sie reduziert die Restfeuchtigkeit an den inneren Oberflächen der Komponenten und verbessert die Dichtheitsprüfung und das Einfüllen des Kältemittels. Üblicherweise kommen dafür ölgedichtete Drehschieberpumpen mit einem Saugvermögen von 10 bis 30 m³/h zum Einsatz. Das geringe Saugvermögen verhindert das Gefrieren der Restfeuchtigkeit im System, wodurch ölgedichtete Drehschieberpumpen ein stabiles Endvakuum erreichen.

Sobald der Kältekreislauf evakuiert und vakuumgetrocknet ist, wird das Prüfgas, z. B. Helium oder Wasserstoff, eingeleitet. Der Prüfdruck sollte dem späteren Arbeitsdruck des Systems entsprechen, um eine Leckageprüfung unter realen Bedingungen abzubilden. Für geringere Prüfdruckkosten wird häufig nicht mit 100 % Prüfdruckkonzentration gearbeitet. Damit sich das Prüfgas dennoch effektiv im System verteilen kann, muss das System optimale Konditionen aufweisen, also ein luftleerer Raum, ohne Feuchtigkeit und sonstige Gase. Für Systeme mit einem großen Kältekreislaufvolumen bieten sich Prüfdruckrückgewinnungsanlagen an.

Sichere Dichtheitsprüfung

Anschließend prüft ein Schnüffel-lecksucher die einzelnen Schweiß- und Lötverbindungen, Ventile und Anschlüsse. Dichtheitsprüfungen mit Helium- bzw. Wasserstoff-Schnüfflern sind herkömmlichen Lecksuchverfahren wie der Wasserbadmethode oder der Druckanstiegsprüfung in Bezug auf Ansprechzeit, Genauigkeit und Empfindlichkeit weit überlegen. Der Helium- und Wasserstoff-Schnüffel-lecksucher ASM 306 S von Pfeiffer Vacuum unterstützt diese Anwendung. Denn er ist auch in rauen Umgebungen für den 24-Stunden-

Einsatz ausgelegt. Durch seine hohe Empfindlichkeit von 0,2 g/a ermöglicht er präzise und fehlerfreie Messungen, die den hohen Anforderungen in der Klima- und Kältetechnik gerecht werden. Für schnelle und reproduzierbare Messungen entwickelt, bietet das Gerät, selbst bei großen Lecks, kurze Wiederherstellungszeiten und sichert so eine maximale Betriebsverfügbarkeit bei niedrigem Wartungsaufwand und geringeren Servicekosten. Die Nutzenden profitieren so von größeren Wartungsintervallen und einfacherem Austausch von Verschleißteilen.

Dank der leichten und ergonomisch geformten Schnüffel-sonde sichert der ASM 306 S auch aus größerer Arbeitsentfernung präzise Ergebnisse und gewährleistet ein ermüdungsfreies Arbeiten. Zudem sorgt das intuitive Menü auf dem hochauflösenden 7-Zoll-Touchscreen für eine einfache Bedienung, die durch farbige LEDs unterstützt wird. Je nach Signalstärke leuchten diese an der Schnüffel-sonde auf und sorgen für fehlerfreie Ablesbarkeit in Echtzeit.

Der ASM 306 S ist mit unterschiedlich langen Schläuchen erhältlich, die sich flexibel tauschen lassen. Das kompakte Design ermöglicht zudem eine einfache Integration in die Produktionslinie.

Der Prüfdruck-Lecksucher deckt alle industriellen Schnüffel- anwendungen ab und hat sich besonders in der Dichtheitsprüfung von Kälte- und Klimageräten bewährt. Die robuste Auslegung des ASM 306 S sichert niedrige Wartungs- und Betriebskosten bei zuverlässigem Einsatz rund um die Uhr.

Kontakt

Pfeiffer Vacuum GmbH,
 Berliner Straße 43, 35614 Asslar,
www.pfeiffer-vacuum.com