

Lehrgang „Grundlagen der Pkw-Klima-Anlage mit R134a“

Im Rahmen dieses Kurses wird die Kompressionskälteanlage in der Spezialanwendung Pkw-Klimatisierung ingenieurmäßig und praxisorientiert behandelt.

Zielsetzung

- Einführung in die Grundlagen (Theorie und Praxis) der Kältetechnik
- Kennenlernen von Aufbau und Funktion der Bauteile eines Kältemittel-Kreislaufs in Pkw-Kälte-Klimaanlagen
- Verständnis der Funktionsweise und des Betriebsverhaltens der Klimaanlage unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen
- Bestimmung und Interpretation von Betriebsparametern hinsichtlich der Betriebssicherheit und dem Füllzustand der Klimaanlage

Zielgruppe

Der Kurs richtet sich an Meister, Techniker und Ingenieure mit der Ausrichtung Maschinenbau oder Verfahrenstechnik, welche als Seiteneinsteiger bzw. Berufsanfänger im Bereich der Pkw-Klimatisierung tätig sein werden. Es sind aber auch Mitarbeiter aus den Bereichen Konstruktion, Qualitätssicherung, Applikation und Prüfwesen angesprochen. Im Rahmen dieses Kurses wird die Kompressionskälteanlage in der Spezialanwendung Pkw-Klimatisierung ingenieurmäßig und praxisorientiert behandelt.

Voraussetzungen: „Kältetechnik A“ oder ausreichende kältetechnische Erfahrung.

Thema: **Aufbau und Funktion der Pkw-Klimaanlage**

- thermodynamische Grundlagen
- Zustandsgrößen Druck, Temperatur, Enthalpie, Dichte, spez. Volumen
- Aggregatzustände fest, flüssig, gasförmig
- Phasenwechsel, Verdampfung, Verflüssigung, Dampfdrucktabelle
- Arbeit und Leistung in der Thermodynamik

Herleitung des Kaltdampfkompressionskältekreislaufes unter Berücksichtigung fahrzeugtypischer Bedingungen und Darstellung im t, h-Diagramm. Qualitative Betrachtung von Temperaturen und Drücken im System. Energetische Betrachtungen im Kreisprozess.

Theorie: 145 min

Thema: **Überhitzung, Unterkühlung**

Kältemittelzustände, welche unter praktischen Gesichtspunkten von weittragender Bedeutung sind. Es wird herausgearbeitet, warum der Verdichter idealerweise mindestens trocken gesättigten, praktisch leicht überhitzten Dampf ansaugen muss. An dieser Stelle ergibt sich die Anforderung der geregelten Verdampferinspeisung oder aber einer Trennung unverdampfter Flüssigkeitsanteile vom Saugdampf.

Welche Konsequenzen hat die Überhitzung des Saugdampfes auf den Kreisprozess? Wie wird die Überhitzung erzeugt? Wie wird Überhitzung festgestellt? Übliche Überhitzungswerte und Interpretation davon abweichender Saugdampfüberhitzungen.

Das Arbeitsverhalten des Expansionsorgans hängt entscheidend vom Kältemittelzustand auf der Eintrittseite ab. Für die korrekte Verdampferbefüllung ist reine Kältemittelflüssigkeit Grundvoraussetzung. Speziell in der Pkw-Anwendung wird eine Unterkühlung leistungssteigernd wirken. Wie wird Unterkühlung erzeugt, wie groß sollte sie sein? Wie wird sie gemessen?

Theorie: 90 min

Thema: **Einführung in das lg p, h-Diagramm**

Das lg p, h-Diagramm ist ein wichtiges Kommunikationsmittel des Kältetechnikers. Es ermöglicht die einfache Darstellung des Kreisprozesses. Für den Projektanten bzw. Mitarbeiter im Versuch ermöglicht es den schnellen Zugriff auf die für Berechnungen notwendigen Stoffdaten. Zunächst wird der Aufbau und der Verlauf der einzelnen Zustandslinien erläutert. Im Rahmen einer Übung ist ein einfacher, Pkw-typischer Kreisprozess darzustellen. Anschließend sind die Stoffdaten abzulesen und der Kreisprozess ist zu bewerten. Die Leistungen sind im lg p, h-Diagramm direkt als Strecken abgreifbar, was die energetische Beurteilung des Kältemittelkreislaufes erleichtert.

Theorie und Übung: 85 min

Thema: **Expansionsorgane für Pkw-Klimaanlagen**

Voraussetzungen für die richtige Funktion eines Expansionsorgans. Arbeitsweise, Regelverhalten thermostatischer Expansionsventile allgemein. Begriffe wie innerer und äußerer Druckausgleich. Kennlinie von thermostatischen Expansionsventilen mit den Größen statische, Öffnungs- und Arbeitsüberhitzung. Das Blockventil als Sonderbauform des thermostatischen Expansionsorgans.

Kältemittelfüllmengenbetrachtung unter Berücksichtigung des zusätzlichen Bauteils Hochdrucksammler. Begriffe wie MOP-Verhalten, Kreuzfüllung. Arbeitsweise des Orifice Tube. Kältemittelfüllmengenbetrachtung unter Berücksichtigung des Bauteiles Akkumulator mit Ölrückführung.

Theorie: 190 min

Thema: **Wärmeaustauscher für Pkw-Klimaanlagen**

Behaglichkeitskennwerte für eine klimatisierte Umgebung. Kühllastbetrachtung für einen Pkw in einem ausgewählten Fahrzustand mit entsprechenden äußeren und inneren Bedingungen. Wärmeströme im Fahrzeug.

Arbeitsverhalten des Verdampfers, Zusammenspiel Verdampfer und Verdichter. Einflussgrößen auf die Verdampferkälteleistung. Einfluss der Verdampferfläche auf die Niederdruckseite der Kälteanlage. Verdampferbauarten. Vorgänge im Verflüssiger, Einflüsse auf die thermische Leistung des Verflüssigers. Flächenbetrachtung, Auswirkung auf die Hochdruckseite der Kälteanlage.

Bauarten von Verflüssigern. Betrachtungen zur Unterkühlung. Im Zusammenhang mit dem Verdampfer bzw. der Abkühlung feuchter Luft ist für die Leistungsbetrachtung das Mollier h, x -Diagramm erforderlich. Innerhalb der Unterrichtseinheit Wärmeaustauscher werden der Aufbau des h, x -Diagramms und seine Anwendung erläutert.

Weitestgehend grafisch werden die Zustandsänderungen

- Erwärmen
- Abkühlen
- Mischen feuchter Luft anhand von Pkw-typischen Beispielen behandelt.

Mit Hilfe des h, x -Diagramms sind sensible sowie latente Gesamtkälteleistung und die Kondensatmenge zu berechnen.

Theorie: 205 min

Thema: **Verdichter**

Förderverhalten eines Verdichters, wichtige Kenngrößen wie schädlicher Raum, Liefergrad λ , Leistungszahl ϵ , COP. Der Massenstrom bzw. die Verdichterkälteleistung bei unterschiedlichen Saugdruck- und Hochdruckbedingungen bzw. Drehzahlen. Verdichterbauarten wie Axialkolben-, Flügelzellen- und Scrollverdichter (Funktion, Vorteile, Nachteile).

Leistungsregelung von Verdichtern (interne/externe Taumelscheibenverstellung, Bypass, Saugdrosselung).

Theorie: 190 min

Thema: **Flexible Leitungen für Pkw-Klimaanlagen**

Aufbau von flexiblen Leitungen und Aufgabe der einzelnen Schlauchschichten. Verträglichkeit mit dem Kontaktmedium Öl und Kältemittel innen und Sauerstoff, Wasser, Ozon, Fette sowie Öle außen. Materialien für die einzelnen Schichten. Begriffe wie Permeabilität, Permeation, Diffusion. Übersicht marktüblicher Schläuche mit Spezifikationen. Verbindungselemente und deren Anforderungen. Einbau- und Montageanforderungen. Materialien und Einbauteile zur Körperschalldämmung, -dämpfung bzw. Pulsations-dämmung, -dämpfung.

Theorie: 60 min

Thema: **Schmierstoffe für Verdichter in Pkw-Klimaanlagen**

Die Kombination Öl-Kältemittel unter dem Aspekt der Ölrückführung. Anforderungen an den Schmierstoff wie Kältemittellöslichkeit, Schmierfähigkeit, Temperatur-Viskositätsverhalten. Verhalten des Schmierstoffes in Verbindung mit den eingesetzten Werkstoffen. Allgemeine tribologische Betrachtungen.

Theorie: 60 min

Laborübung: **Dynamik des Kältemittel-Kreislaufes (Blockventil)**

An einer Modellanlage mit Originalbauteilen werden verschiedene Betriebszustände untersucht:

- Werkstattbedingungen
- Pull down

- Drehzahlerhöhung des Verdichters
- Luftprobleme Verdampfer
- Luftprobleme Verflüssiger

Zu beobachten sind die wichtigsten kältemittelseitigen Drücke und Temperaturen sowie die Leistungsaufnahme des Verdichters und die Luftaustrittstemperatur am Verdampfer. Es ist herauszufinden, in welchem Betriebszustand die Anlage die höchste Kältemittelfüllmenge braucht.

Praxis: 190 min

Laborübung: **Dynamik des Kältemittel-Kreislaufes (Orifice tube)**

An einer Modellanlage mit Originalbauteilen ist die Kältemittelfüllmenge zu prüfen bzw. zu beurteilen. Der Kursteilnehmer muss die Entscheidung bezüglich des zu wählenden Betriebszustandes treffen. Im Beharrungszustand ist dann durch kältemittelseitige Messungen der Füllzustand zu bewerten und zu optimieren. Zudem werden verschiedene Betriebszustände untersucht.

Praxis: 95 min

Laborübung: **Inbetriebnahme**

Diskussion und Erläuterung der Begriffe:

- Innere Reinheit (DIN 8964), lösliche, feste und abschwemmbar Rückstände
- Fremdgase
- Wassergehalt (DIN 8964)
- Evakuieren (Restluftgehalt, Restfeuchte)
- Lecksuche, Dichtheitsprüfung
- Füllmengenkriterien für Anlagen mit Blockventil
- Erstinbetriebnahme, Füllmengenergänzung

Handhabung der typischen Hardware:

- Manometerbrücke
- Servicestation
- Vakuumpumpe
- Lecksuchgerät

Praxis: 190 min

Laborübung: **Expansionsorgane**

Durchflussmessungen an Blockventilen. Messen der Ventilkennlinie an einem einfachen Prüfstand mit Druckluft. Bestimmen der Kenngrößen: statische Überhitzung, Öffnungsüberhitzung, Arbeitsüberhitzung. Der Kursteilnehmer hat die Möglichkeit durch Verändern des Saugdruckes und der Saugdampf Temperatur das Arbeitsverhalten eines Blockventils nachzuvollziehen.

Praxis: 95 min