

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ASHRAE HELLENIC CHAPTER

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ

No 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2000

Αγαπητοί συνάδελφοι,

Ξεκινάμε μια καινούργια χρονιά δραστηριοτήτων για το Ελληνικό Παράρτημα της ASHRAE. Ήδη έχουν προκηρυχθεί οι εκλογές για το νέο Δ.Σ. στις 15 Νοεμβρίου 2000. Τα ψηφοδέλτια έχουν σταλεί είτε μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου είτε με φαξ. Κατά τον ίδιο τρόπο μπορείτε να επιστρέψετε τα ψηφοδέλτιά σας. Επίσης μπορείτε να ψηφίσετε αυτοπροσώπως στις 15/11 στις 18:00 κατά την συνάντηση που θα γίνει για την καταμέτρηση των ψήφων στο κτίριο Σίνα, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Θησείο. Εάν επιλέξετε να ψηφίσετε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή φαξ, το ψηφοδέλτιό σας πρέπει να σταλεί μέχρι τις 14 Νοεμβρίου, έτσι ώστε να συγκεντρωθούν εγκαίρως. Εάν για κάποιο λόγο δεν έχετε λάβει το ψηφοδέλτιο, παρακαλώ επικοινωνήστε με τον Γραμματέα Γ. Αλεξίου ή κάποιο άλλο μέλος του Δ.Σ.

Μετά την ανάδειξη του Δ.Σ. θα ανακοινωθεί και το νέο πρόγραμμα δραστηριοτήτων.

Οι συνάδελφοι **Π. Μεγαρίτης** και **Δ. Χαράλαμπόπουλος** συμμετείχαν στο Ετήσιο Συνέδριο των παρατημάτων της Γεωγραφικής Περιοχής XIII (Chapters Regional Conference) που έγινε στην Kuala Lumpur, Μαλαισία, 25-26 Αυγούστου 2000, εκπροσωπώντας το Ελληνικό Παράρτημα. Στο επόμενο ενημερωτικό φυλλάδιο θα υπάρξει σχετική ενημέρωση σχετικά με τις εργασίες και αποφάσεις του συνεδρίου.

Ελπίζουμε ότι θα έχουμε μπροστά μας μια δραστήρια χρονιά.

Τα μέλη του Δ.Σ.

Μέλη του Δ.Σ. 1999-2000

Πρόεδρος: Μπαλαράς Κ.Α., Δρ. Μηχ/γος Μηχ/κος, Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ι. Μεταξά & Βασ. Παύλου, 152 36 Π. Πεντέλη, ☎ 01-8032503, ✉ costas@astro.noa.gr

Επόμενος Πρόεδρος: Μεγαρίτης Π., ☎ 01-3242253, ✉ sigmami@acci.gr, **Αντιπρόεδρος: Παπαρηγοράκης Ι.**, ☎ 01-7258111, **Γραμματέας: Αλεξίου Γ.**, ☎ 0944353400, **Ταμίας: Λύτρας Κ.**, ☎ 01-6039900, ✉ klytras@cres.gr, **Αντιπρόσωποι: Ζούκος Β.**, ☎ 01-9311440, **Θεοφύλακτος Κ.**, ☎ 01-7481360, ✉ cgtheo@athena.domi.gr

Υπεύθυνοι επιτροπών: *Δράσεων Γεωγραφικού Συνεδρίου Παραρτημάτων - CRC Action:* Κ.Α. Μπαλαράς, *Δραστηριότητες Φοιτητών - Student Activities:* Κ. Αντωνόπουλος, ☎ 01-7723673, ✉ kanton@central.ntua.gr, *Υποστήριξης Μελών - Membership Promotion:* Ι. Παπαργυροράκης, *Ψύξης - Refrigeration:* Ε. Μέξη, ☎ 01-6740033, *Υποστήριξης Έρευνας - Research Promotion:* Δ.Α. Χαράλαμπόπουλος, ☎ 01-7210957, ✉ dimitris@ashrae.gr, *Τεχνολογίας, Έρευνας & Εθνικών Δραστηριοτήτων - Technical, Energy and Government Activities:* Κ. Λύτρας, *Προγραμμάτων - Chapter Programs:* Π. Μεγαρίτης, *Διακρίσεων & Βραβείων - Honors and Awards:* Κ. Θεοφύλακτος, *Ελέγχου - Auditing:* Δ.Α. Χαράλαμπόπουλος, *Υποψηφιοτήτων - Nominating:* Δ.Α. Χαράλαμπόπουλος, *Υποδοχής - Reception:* Κ. Λύτρας, *Δημοσιότητας - Publicity:* Κ.Α. Μπαλαράς, *Συμμετοχής - Attendance:* Γ. Αλεξίου, *Εκδόσεων & Ενημέρωσης - Publications or Newsletter:* Κ.Α. Μπαλαράς, *Ιστορίας - Historical:* Κ. Θεοφύλακτος, *Ειδικών Εκδηλώσεων - Special Events:* Κ. Λύτρας, *Τμήματα Παραρτήματος - Chapter Section:* Κ.Α. Μπαλαράς.

Τα μέλη του Ελληνικού Παραρτήματος που ενδιαφέρονται να συμμετάσχουν και να ενισχύσουν τις δραστηριότητες των επιτροπών, ή για περισσότερες πληροφορίες, μπορούν να επικοινωνήσουν με τους υπευθύνους. Οι δραστηριότητες των επιτροπών περιγράφονται στο Καταστατικό του Ελληνικού Παραρτήματος.

• Το Νέο Δ.Σ. της ASHRAE

Στο συνέδριο της ASHRAE στην Minneapolis, MN, που έγινε 23-27 Ιουνίου 2000, ανέλαβε καθήκοντα το νέο Δ.Σ. Ο νέος πρόεδρος είναι ο James E. Wolf (V.P. American Standard, Arlington, Virginia). Το μήνυμά του για αυτή την χρονιά είναι «*Engineering Tomorrow's Quality of Life*».



Τα άλλα μέλη του Δ.Σ. της ASHRAE είναι :

Επόμενος Πρόεδρος: William J. Coad (McClure Engineering Associates, St. Louis, MO), Ταμίας: Donald G. Colliver (University of Kentucky, Lexington, KY), Αντιπρόεδρος: William J. Buck (Engineered Refrigeration Systems, Inc., Mobile, AL), Αντιπρόεδρος: Lee W. Burgett (The Trane Company, La Crosse, WI), Αντιπρόεδρος: Richard H. Rooley (Rooley Consultants, London, England), Αντιπρόεδρος: J. Thomas Sobieski, (York International Corp., Johnstown, PA).

Δ/ντες & Πρόεδροι Γεωγραφικής Περιοχής I: Roger W. Dieffenbach (Alfieri Proctor Associates Inc.), Γεωγραφικής Περιοχής II: Hugh F. Crowther (Mc Quay International), Γεωγραφικής Περιοχής III: Gary C. Debes (Bruce E. Brooks & Associates), Γεωγραφικής Περιοχής XI: Douglas W. Dunford (NW Natural Gas Co.).

Γενικοί Δ/ντες: Darryl K. Boyce (Carleton University), Maureen Grasso (University of North Carolina), Gerald C. Groff.

• Συνέδριο «Τεχνολογίες Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Περιβάλλοντος»

Στις 11-12 Δεκεμβρίου 2000, οργανώνεται στην Αθήνα Συνέδριο με θέμα «Τεχνολογίες Ήπιων Μορφών Ενέργειας και Περιβάλλοντος – Προτεινόμενες Λύσεις με Εξειδίκευση για τον Ελλαδικό Χώρο». Το Συνέδριο θα γίνει στο αμφιθέατρο του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών. Για περισσότερες πληροφορίες οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να έρθουν σε επαφή με την γραμματεία του Συνεδρίου κον Κοσμά Καβαβιά (τηλ 01-5381237, Φαξ 01-5381234, email: sealab@gdias.teipir.gr).

• Διεθνές Συνέδριο Clima 2000

Στις 15-18 Σεπτεμβρίου 2001, οργανώνεται στην Νάπολη της Ιταλίας, το 8ο Διεθνές Συνέδριο Clima 2000 (www.clima2000.it) με θέμα τον οικολογικό σχεδιασμό των κτιρίων και του ανθρώπινου περιβάλλοντος σε συνδυασμό με τα υλικά και την τεχνολογία κατασκευών.

Το Συνέδριο διοργανώνεται από την Ιταλική Ένωση Μηχανικών Θέρμανσης, Κλιματισμού και Ψύξης και την αντίστοιχη Ευρωπαϊκή Ένωση (REHVA) και την ASHRAE.

Η υποβολή περιλήψεων για την παρουσίαση εργασιών στο Συνέδριο είναι μέχρι τις 30 Αυγούστου. Για περισσότερες πληροφορίες οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να έρθουν σε επαφή με τον εκπρόσωπο καλής θέλησης του Συνεδρίου για την Ελλάδα, κύριο Ν. Κουλειμάνη – Τάλως Μελετητική ΑΕ (τηλ 7229675, Φαξ 7229819, email: taloseng@otenet.gr).

• Χορηγοί

Ευχαριστούμε για την υποστήριξη των εκδηλώσεων & δραστηριοτήτων του Παραρτήματος. *Με αλφαβητική σειρά:*

- **ABB**
- **ALPHA**
- **CARRIER**
- **ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**
- **KLIMATAIR**
- **LENNOX**
- **McQUAY**
- **TRANE**
- **YORK**
- **ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ**

Η αναφορά σε ονόματα εταιρειών και προϊόντων δεν αποτελεί αποδοχή, σύσταση ή άλλου είδους αναγνώριση από το Ελληνικό Παράρτημα ή την ASHRAE.

• ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΑ

Τα ενυπόγραφα άρθρα που δημοσιεύονται στο Ενημερωτικό Φυλλάδιο εκφράζουν τις απόψεις των συγγραφέων τους και όχι αυτές του Ελληνικού Παραρτήματος ή της ASHRAE. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να υποβάλλουν τα άρθρα τους σε ηλεκτρονική μορφή, στον υπεύθυνο της Επιτροπής Εκδόσεων & Ενημέρωσης.

Η ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΔΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΡΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ R-22 ΣΤΟΥΣ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΨΥΚΤΕΣ ΝΕΡΟΥ & ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΤΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

Γ. ΣΟΥΡΗΣ

Μηχανολόγος Μηχανικός, Τμήμα Κεντρικών Συστημάτων (ESG),
YORK HELLAS AE
Κηφισίας 62, Αμπελόκηποι, 115 26 Αθήνα

Εισαγωγή

Το ψυκτικό μέσο R-22 (ή HCFC-22) είναι το πιο διαδεδομένο ψυκτικό υγρό παγκοσμίως. Εξυπηρετεί εφαρμογές τόσο σε οικιακές όσο και σε βιομηχανικές και εμπορικές ψυκτικές μονάδες, από απλά κλιματιστικά μηχανήματα τύπου τοίχου, μέχρι μεγάλου μεγέθους ψύκτες καλύπτοντας όλα τα ενδιάμεσα μεγέθη. Ο συνδυασμός πολλών χαρακτηριστικών όπως της απόδοσης, της χωρητικότητας και της πίεσης λειτουργίας του, κάνει το HCFC-22 ιδιαίτερα διαδεδομένο στην σχεδίαση του εξοπλισμού ψύξης.

Ιστορικά, από τα πρώτα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα CFC (χλωροφθοράνθρακες) όπως για παράδειγμα R-12 και R-502, έπειτα τα HCFC (υδρογονο-χλωροφθοράνθρακες) που αντικατέστησαν ένα μόριο χλωρίου με ένα υδρογόνου όπως τα R-22, R-123 και R-124, ενώ τελευταία τα HFC (υδρογονο-φθοράνθρακες) που έχουν αντικαταστήσει όλα τα μόρια χλωρίου με αυτά του υδρογόνου, θεωρούνται ως τα πλέον φιλικά προς το περιβάλλον.

Γενικά, τα μόρια του χλωρίου καταστρέφουν την στιβάδα του όζοντος στην ατμόσφαιρα και επομένως αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα ψυκτικά μέσα που δεν φέρουν μόρια χλωρίου θεωρούνται ως τα πλέον φιλικά.

Πρόσφατα, η εκτεταμένη χρήση του HCFC-22 επέτρεψε την μείωση της χρήσης των ψυκτικών μέσων CFC, αφού η Ικανότητα Καταστροφής του Οζοντος (Ozone Depletion Performance ή O.D.P.) των HCFC είναι έως και 95% χαμηλότερη από αυτή των CFC. Παρ' όλα αυτά, επειδή τα HCFC έχουν κάποιο μικρό ποσοστό O.D.P., η διεθνής νομοθεσία, όπως το "Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ" και το "Πρωτόκολλο του Κυότο", έχει θέσει κάποιο χρονοδιάγραμμα σταδιακής μείωσης της παραγωγής του HCFC-22. Στις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες η παραγωγή του HCFC-22 θα σταματήσει πλήρως το 2025. Στα χρόνια που μεσολαβούν, η παραγωγή θα μειώνεται με σταθερά βήματα.

Τα χρονοδιαγράμματα μείωσης της παραγωγής του HCFC-22 διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Στις Η.Π.Α. η παραγωγή θα "παγώσει" σε ελάχιστα επίπεδα την 1^η Ιανουαρίου του 2010 και η παραγωγή καθαρού ψυκτικού υγρού θα σταματήσει πλήρως, εκτός εάν χρησιμοποιηθεί σαν βοηθητικό μέσον ή σε μηχανήματα που θα έχουν κατασκευαστεί πριν την πιο πάνω ημερομηνία. Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν υιοθετήσει ακόμη πιο αυστηρά μέτρα. Ετσι, αντλίες θερμότητας με χρήση του HCFC-22 θα σταματήσουν να παράγονται πέρα απ' το 2003, η παραγωγή των ψυκτών θα σταματήσει πλήρως πέρα από τα μέσα του 2002 ενώ η τεχνική υποστήριξη και συντήρηση των μηχανημάτων αυτών θα συνεχιστεί μέχρι τα τέλη του 2008.

Μετά το τέλος των προγραμμάτων μείωσης της παραγωγής, θα υπάρχουν ακόμα άφθονα αποθέματα από HCFC-22, λόγω των τεχνικών ανακύκλωσης και διατήρησης που υπάρχουν για τα CFC. Για παράδειγμα, το CFC-11 δεν έχει παραχθεί από το 1996, αλλά είναι ακόμη διαθέσιμο. Το ανακυκλωμένο HCFC-22 θα είναι ακόμη περισσότερο διαθέσιμο από το CFC-11 λόγω της πιο ευρείας χρήσης του. Είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι το πρόγραμμα μείωσης της παραγωγής επηρεάζει τις ποσότητες παραγωγής και όχι την χρήση του ψυκτικού υγρού.

Οι ψύκτες απ' ευθείας εκτόνωσης (Direct-Expansion ή DX), είναι μερικά από τα πολλά προϊόντα που χρησιμοποιούν το HCFC-22. Ετσι, όσοι χρησιμοποιούν και προδιαγράφουν αυτούς τους ψύκτες, έχουν ένα προφανές ενδιαφέρον για το πώς το πρόγραμμα μείωσης της παραγωγής θα επηρεάσει τον εξοπλισμό τους. Ούτως ή άλλως οι ψύκτες που αγοράζονται στις μέρες μας έχουν διάρκεια λειτουργίας αρκετά μετά την έναρξη μείωσης παραγωγής του HCFC-22.

Ο αντίκτυπος θα είναι διαφορετικός από χώρα σε χώρα. Σε χώρες όπου θα καθυστερήσει να τεθεί σε λειτουργία το πρόγραμμα μείωσης της παραγωγής, οι ψύκτες DX θα συνεχίσουν να πωλούνται με το HCFC-22 σαν ψυκτικό υγρό. Σε χώρες όπου ο ρυθμός μείωσης της παραγωγής θα είναι πιο γρήγορος, οι ήδη υπάρχοντες ψύκτες μπορεί να μην χρειαστεί ποτέ να αλλάξουν ψυκτικό μέσον, λόγω της μεγάλης επάρκειας ανακυκλώμενου ψυκτικού υγρού που θα υπάρχει. Πάντως

για αυτές τις χώρες, οι κατασκευαστές αναπτύσσουν ψύκτες που θα χρησιμοποιούν ψυκτικά υγρά διαφορετικά από το HCFC-22.

Υποκατάστατα ψυκτικά υγρά του HCFC-22 για ψύκτες DX

Είναι προφανές ότι τα υποκατάστατα νέα ψυκτικά υγρά θα πρέπει να έχουν τα πλεονεκτήματα που δεν έχει το HCFC-22 (από περιβαλλοντικής άποψης), ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να διατηρούν τις καλές θερμοδυναμικές τους ιδιότητες. Περιβαλλοντικώς, τα ιδανικά υποκατάστατα θα πρέπει να έχουν μηδενικό O.D.P. και G.W.P. (Global Warming Potential - Δυναμικό Επιβάρυνσης του Φαινομένου του Θερμοκηπίου).

Η ομοιότητα των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών είναι σημαντική κατά την μετατροπή ψυκτών από ένα ψυκτικό μέσο σε άλλο, διότι η ψυκτική ικανότητα και η απόδοση μειώνονται δραστικά. Στην περίπτωση σχεδιασμού νέων ψυκτών, η ομοιότητα των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών είναι λιγότερο σημαντική, διότι οι νέοι ψύκτες θα είναι ειδικά σχεδιασμένοι για τα χαρακτηριστικά του νέου ψυκτικού μέσου.

Αρκετά υποκατάστατα του HCFC-22 έχουν αναγνωρισθεί από το Πρόγραμμα Αξιολόγησης Ψυκτικών Μέσων (A.R.E.P. - Alternative Refrigerant Evaluation Program). Αυτό το διεθνές πρόγραμμα, το οποίο υποστηρίζεται και από όλη τη Βιομηχανία, δημιουργήθηκε από σημαντικούς προμηθευτές ψυκτικών υγρών και από κατασκευαστές συστημάτων ψύξης, με σκοπό την ύπαρξη μια ευρείας βάσης αξιολόγησης των υποκατάστατων μέσων. Στοιχεία και πληροφορίες σχετικές με την ψύξη ανταλλάχθηκαν ανάμεσα στους συμμετέχοντες, ώστε να επιταχυνθούν οι προτάσεις αντικατάστασης.

Σήμερα υπάρχουν τέσσερις επικρατέστερες εναλλακτικές λύσεις: HFC-407C, HFC-404A, HFC-134a και HFC-410A.

Η YORK, σαν συμμετέχουσα στο A.R.E.P., πιστεύει ότι υπάρχουν πλεονεκτήματα και στις τέσσερις προαναφερόμενες εναλλακτικές λύσεις. Δεν αποτελεί λοιπόν έκπληξη το γεγονός ότι κάθε ένα από αυτά τα ψυκτικά μέσα έχει επιλεγεί από τουλάχιστον ένα 'μεγάλο' κατασκευαστή για να αντικαταστήσει το HCFC-22 στους νέους ψύκτες DX. Η έκθεση που ακολουθεί προσπαθεί να δώσει μια δίκαιη ανάλυση των εναλλακτικών ψυκτικών μέσων, έτσι ώστε οι ιδιοκτήτες και οι προδιαγράφοντες μηχανικοί να είναι σε θέση να κάνουν σωστές εκτιμήσεις και επιλογές.

Χαρακτηριστικά των υποκατάστατων ψυκτικών υγρών του HCFC-22

Επειδή και τα τέσσερα εναλλακτικά ψυκτικά υγρά είναι "HFC", τα μόριά τους δεν περιέχουν χλώριο και έτσι έχουν O.D.P. ίσον με το μηδέν.

Όσο αφορά την ισχύ τους σε G.W.P., τα μεγέθη ποικίλουν. Σύμφωνα με πληροφορίες της Dupont (βλ. σελίδα τους στο Διαδίκτυο) οι τιμές G.W.P. έχουν ως εξής:

- HFC-134a : 1300 G.W.P.
- HFC-407C : 1600 G.W.P.
- HCFC-22 : 1700 G.W.P.
- HFC-410A : 1890 G.W.P.
- HFC-404A : 3750 G.W.P.

Παρ' όλο που υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στα νούμερα, αυτή δεν είναι σημαντική. Σύμφωνα με το Συνολικό Ισοδύναμο Επιβάρυνσης του Φαινομένου Θερμοκηπίου (Total Equivalent Warming Impact - T.E.W.I.), που προτείνουν οι ερευνητές του φαινομένου του θερμοκηπίου, υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους ένας ψύκτης μπορεί να επηρεάσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου: α) με την διαρροή ψυκτικού μέσου και β) από την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας. Από τους δύο αυτούς τρόπους, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (ή πιο συγκεκριμένα το διοξείδιο του άνθρακα - CO₂ - που δημιουργείται από το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος) είναι πολύ πιο σημαντική, καταλαμβάνοντας το 98% έως το 99% της τιμής T.E.W.I. ενός ψύκτη. Έτσι οι παραπάνω διαφορές στις τιμές G.W.P. έχουν ελάχιστη επίδραση στο T.E.W.I. ώστε να μπορούν τελικά να αγνοηθούν.

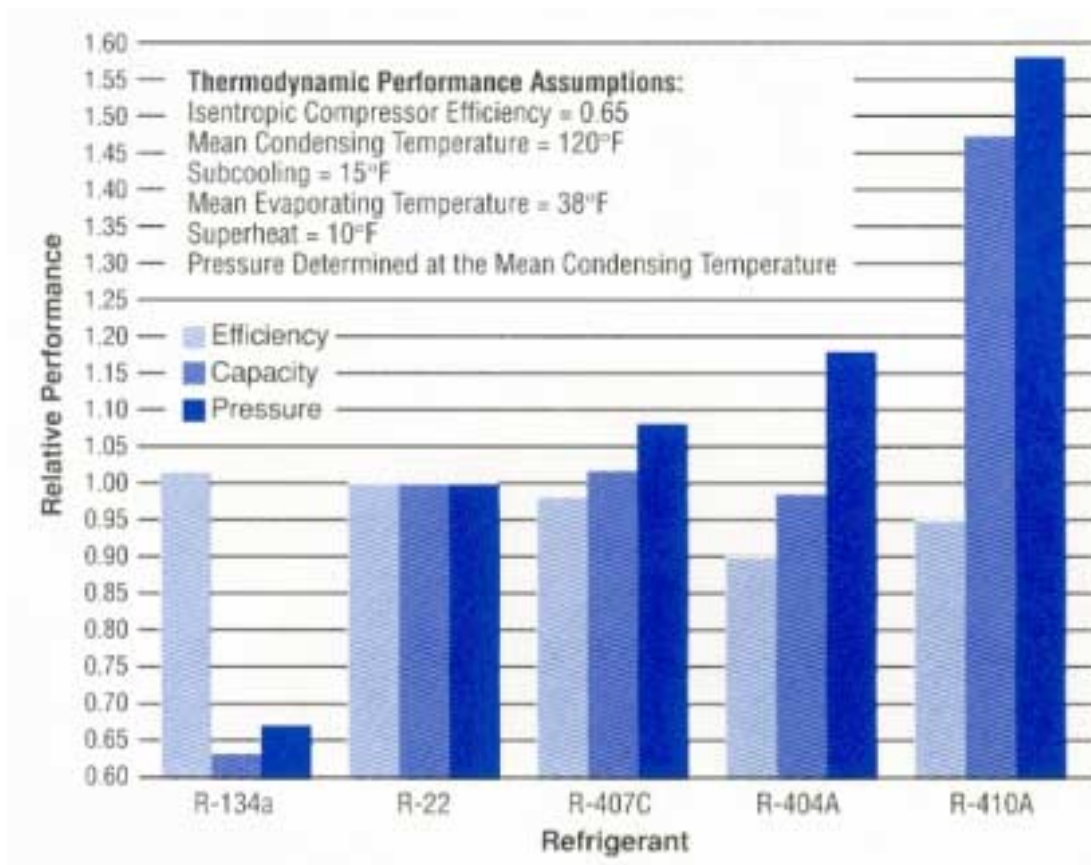
Σύμφωνα με τους κατασκευαστές, όλα τα εναλλακτικά ψυκτικά μέσα θα είναι διαθέσιμα μακροχρόνια. Όλα έχουν χαμηλό δείκτη τοξικότητας και δεν είναι εύφλεκτα, όπως ακριβώς και το HCFC-22. Πάντως οι ψυκτικές τους ικανότητες, οι αποδοτικότητες και οι πιέσεις λειτουργίας τους διαφέρουν, πράγμα που επηρεάζει τις εφαρμογές τους.

Μετατροπή ψυκτών (Retrofitting)

Για να είναι πετυχημένη μια μετατροπή, το νέο ψυκτικό μέσο θα πρέπει να έχει πίεση λειτουργίας, ψυκτική ικανότητα και απόδοση σχετικές με αυτές του HCFC-22. Αυτά τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά εγγυούνται την ψυκτική ικανότητα και απόδοση του ψύκτη.

Πώς συγκρίνονται θερμοδυναμικώς τα υποψήφια εναλλακτικά ψυκτικά μέσα; Η εικόνα 1 δείχνει τη πίεση, ψυκτική ικανότητα και απόδοση τους σε σχέση με το HCFC-22.

Το HFC-407C μοιάζει πολύ με το HCFC-22 σε όλα τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά, γεγονός που το κάνει ένα πολύ καλό υποκατάστατο. Το HFC-407C ήδη χρησιμοποιείται για μετατροπή ψυκτών σε μερικές περιοχές.



Εικόνα 1: Συγκριτικά θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά των HFC-407C, HFC-404a, HFC-134A και HFC-410A σχετικά με το HCFC-22

Η ψυκτική ικανότητα του HFC-134a είναι κατά πολύ μικρότερη από αυτή του HCFC-22, οπότε δεν είναι καλό υποψήφιο υποκατάστατο.

Οι πιέσεις λειτουργίας των HFC-404A και HFC-410A είναι κατά πολύ υψηλότερες από αυτές του HCFC-22, άρα ούτε και αυτά τα υποκατάστατα δεν αποτελούν καλές λύσεις.

Σχεδιάζοντας καινούριους ψύκτες

Επειδή ο σχεδιασμός ενός νέου ψύκτη γίνεται με γνώμονα τα χαρακτηριστικά του ψυκτικού μέσου, όλα τα πιο πάνω υποκατάστατα είναι υποψήφια για χρήση στους νέους ψύκτες DX. Είναι προφανές ότι ο σχεδιασμός του νέου ψύκτη θα διαφέρει από τους ψύκτες που λειτουργούν με HCFC-22, άλλες φορές περισσότερο και άλλες φορές λιγότερο, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του νέου ψυκτικού υγρού που θα επιλεγθεί.

Ειδικότερα:

Όσον αφορά τους ψύκτες DX με HFC-134a, ο σχεδιασμός επηρεάζεται από την χαμηλή πίεση στην οποία λειτουργεί το ψυκτικό υγρό, καθώς και από την μικρότερη ψυκτική του ικανότητα. Μικρότερη ψυκτική ικανότητα σημαίνει ότι στα

κυκλώματα του ψύκτη θα πρέπει να κυκλοφορεί περισσότερη ποσότητα ψυκτικού υγρού, άρα χρειάζονται μεγαλύτεροι ή και πιο πολύστροφοι συμπιεστές. Ταυτόχρονα, χαμηλότερη πίεση σημαίνει μικρότερο κόστος, αφού ο ψύκτης δεν είναι ανάγκη να κατασκευαστεί ιδιαίτερα ογκώδης.

Για τους ψύκτες DX με HFC-410A, ο μηχανικός πρέπει να λάβει υπ' όψιν του την πολύ υψηλότερη πίεση λειτουργίας. Ως εκ τούτου οι εναλλάκτες θερμότητας και οι συμπιεστές θα πρέπει να σχεδιαστούν έτσι ώστε να ανταπεξέλθουν στις νέες αυτές συνθήκες. Υψηλότερη πίεση λειτουργίας σημαίνει επίσης ότι το αέριο ψυκτικό μέσο θα είναι πιο πυκνό. Μεγαλύτερη πυκνότητα σημαίνει ότι θα απαιτείται λιγότερο αέριο στο κύκλωμα του ψύκτη για να επιτευχθεί η ίδια ψύξη. Συνεπώς, σε σχέση με το HCFC-22, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρότεροι ή πιο αργόστροφοι συμπιεστές.

Στους ψύκτες DX που χρησιμοποιούν HFC-404A, υπάρχει χαμηλότερη απόδοση και υψηλότερη πίεση λειτουργίας. Για να αντισταθμιστεί η χαμηλότερη αυτή απόδοση θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν μεγαλύτεροι εναλλάκτες θερμότητας. Είναι πιθανόν να απαιτηθεί ο επανασχεδιασμός των εναλλακτών και των βαλβίδων εκτόνωσης.

Τέλος, στους ψύκτες DX που λειτουργούν με HFC-407C, (ο τύπος που προτιμάται από την YORK), η ελάχιστη υψηλότερη πίεση λειτουργίας του ψυκτικού μέσου δεν απαιτεί διαφορετικό σχεδιασμό από αυτόν ενός ψύκτη με HCFC-22. Η ψυκτική ικανότητα και η απόδοση του ψυκτικού μέσου είναι εφάμιλλη του HCFC-22. Υπάρχουν, εν τούτοις, κάποιες ενδιαφέρουσες διαφοροποιήσεις στον σχεδιασμό, εξ αιτίας ενός μοναδικού χαρακτηριστικού που παρουσιάζει ιδιαίτερα το HFC-407C - το χαρακτηριστικό που είναι γνωστό ως "Φαινόμενο Διαφοροποίησης της Θερμοκρασίας Ατμοποίησης" (Temperature Glide Phenomenon).

"Temperature Glide Phenomenon" (Φαινόμενο Διαφοροποίησης της Θερμοκρασίας Ατμοποίησης)

Τα HFC-407C, HFC-404A και HFC-410A είναι μίγματα άλλων ψυκτικών υγρών.

Ειδικότερα:

Το HFC-407C είναι ένα τριπλό μίγμα αποτελούμενο από HFC-32 (23%), HFC-125 (25%) και HFC-134a (52%). Το HFC-404A είναι επίσης ένα τριπλό μίγμα αποτελούμενο από HFC-125 (44%), HFC-143a (52%) και HFC-134a (4%). Το HFC-410A είναι ένα διπλό μίγμα αποτελούμενο από HFC-32 (50%) και HFC-125 (50%).

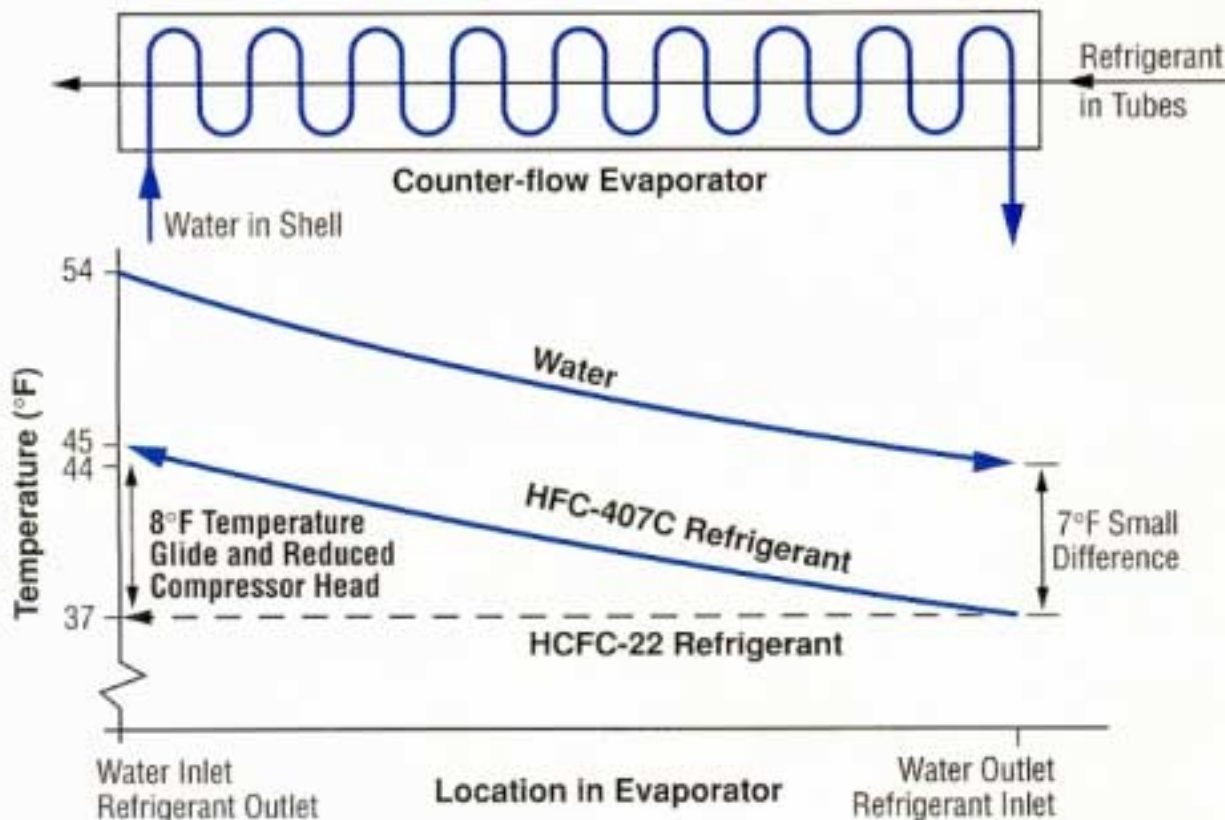
Όλα αυτά τα εναλλακτικά μέσα είναι 'ζεοτροπικά' μίγματα, πράγμα που σημαίνει ότι το τελικό μίγμα δεν αντιδρά σαν 'μία' ουσία. Σε μια δεδομένη πίεση, τα συστατικά εξατμίζονται και συμπυκνώνονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες και όχι στην ίδια. Η έκφραση "Temperature Glide Phenomenon" περιγράφει αυτό ακριβώς το φαινόμενο.

Τα ψυκτικά υγρά HFC-404A και HFC-410A έχουν 'διαφοροποίηση' περίπου 1° F ή λιγότερο. Αυτή η τιμή είναι τόσο μικρή που μπορούμε να παραβλέψουμε την επίδρασή της. Όμως το HFC-407C παρουσιάζει 'διαφοροποίηση' ίση με 7° έως 8°F.

Επίδραση της Διαφοροποίησης Θερμοκρασίας Ατμοποίησης

Το φαινόμενο Temperature Glide, αν κατανοηθεί πλήρως, θα έχει τεράστια σημασία για τους κατασκευαστές καθώς και για τους αγοραστές των ψυκτών, ως μέσον βελτίωσης της απόδοσης του ψύκτη. Αρχικά το φαινόμενο Temperature Glide μοιάζει να είναι μια ανεπιθύμητη παρενέργεια σε ένα υποκατάστατο του HCFC-22. Μια όμως βαθύτερη εξέταση αποκαλύπτει ότι το Temperature Glide φαινόμενο του HFC-407C παρέχει ένα πολλά υποσχόμενο πλεονέκτημα, την τεράστια δηλαδή βελτίωση στην απόδοση του ψύκτη.

Αν ο εξατμιστής του ψύκτη DX είναι εναλλάκτης αντιρροής, τότε το ψυχρό νερό και το ψυκτικό υγρό εισέρχονται σε αυτόν από αντίθετες πλευρές, όπως φαίνεται στην εικόνα 2. Με αυτόν τον σχεδιασμό, η θερμοκρασία εξόδου του ψυκτικού υγρού θα είναι 45° F (εφ' όσον το μέσο είναι ζεοτροπικό μίγμα και η θερμοκρασία ατμοποίησης μεταβάλλεται από συστατικό σε συστατικό). Συγκρίνετε αυτή την θερμοκρασία με ένα ψύκτη HCFC-22 που χρησιμοποιεί τον ίδιο εναλλάκτη. Η θερμοκρασία εξόδου του ψυκτικού υγρού θα ήταν 37° F (εφ' όσον το μέσο είναι ομογενής ουσία και η θερμοκρασία ατμοποίησης σταθερή).



Εικόνα 2: Θερμοκρασίες του HFC-407C σε έναν εξατμιστή (εναλλάκτη) αντιρροής

Η υψηλότερη θερμοκρασία εξόδου σημαίνει ότι ο συμπιεστής εργάζεται λιγότερο για να ανεβάσει το ψυκτικό μέσο στην θερμοκρασία συμπύκνωσης ύστερα από την έξοδο του από τον εξατμιστή. Λιγότερη εργασία του συμπιεστή προφανώς σημαίνει μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Χάρης στο φαινόμενο Temperature Glide, το HFC-407C υπόσχεται να είναι ένα εξαιρετικό υποκατάστατο του HCFC-22, όχι μόνο από πλευράς O.D.P. και G.W.P. αλλά και λόγω απόδοσης (efficiency).

Παρακάτω, περιγράφονται μερικά 'παράδοξα' μέσα από τα οποία γίνονται κατανοητά τα πλεονεκτήματα του φαινομένου αυτού.

Παράδοξο # 1: Κάθε διαρροή ψυκτικού υγρού από τον ψύκτη μπορεί να αλλοιώσει τα ποσοστά του υπολειπόμενου μέσου HFC-407C στο μείγμα με αποτέλεσμα να μειώσει την απόδοση του ψύκτη.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, τα συστατικά ενός ζεοτροπικού μείγματος εξατμίζονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες υπό μια δεδομένη πίεση. Συνεπώς, είναι σαφές ότι μια διαρροή του HFC-407C θα ωθήσει τα πιο ασταθή συστατικά (HFC-32 και HFC-125) να διαρρεύσουν πρώτα. Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως διαχωρισμός (fractionation).

Είναι όμως λάθος η εντύπωση ότι η διαρροή ψυκτικού υγρού αλλοιώνει την αναλογία των υπολειπόμενων συστατικών, και άρα μειώνει την απόδοση του ψύκτη. Στην πράξη είναι λίγες οι περιπτώσεις στις οποίες ο διαχωρισμός αυτός (fractionation) είναι ένας σημαντικός παράγοντας. Κατά την συνήθη διάρκεια λειτουργίας του ψύκτη, οποιαδήποτε διαρροή αερίου ή υγρού ψυκτικού μέσου δεν θα οδηγήσει σε διαχωρισμό διότι το ψυκτικό υγρό είναι πλήρως αναμεμιγμένο.

Μόνο στην περίπτωση διαρροής αερίου ψυκτικού υγρού κατά το σταμάτημα του ψύκτη μπορεί να υπάρξει αυτός ο διαχωρισμός: τα πιο ασταθή συστατικά θα διαφύγουν πρώτα. Υπολογισμοί και δοκιμές όμως δείχνουν ότι η επίδραση στην απόδοση του ψύκτη είναι ελάχιστη.

Σε πρακτικές δοκιμές πάνω σε έναν ψύκτη 100 ψυκτικών τόνων, το ανεξάρτητο εργαστήριο Intertek Testing Services (πρώην E.T.L.), υπολόγισε εμπειρικά την επίδραση της διαρροής ψυκτικού μέσου (αερίου) κατά την διάρκεια της παύσης της λειτουργίας του ψύκτη: Το 35% του HFC-407C αφέθηκε επίτηδες να διαρρεύσει από το σημείο όπου το φαινόμενο του

διαχωρισμού είναι εντονότερο (αέριο μέσο). Η ποσότητα της διαρροής αντικαταστάθηκε με μια καινούργια ποσότητα καινούριου HFC-407C. Αυτή η διαδικασία διαρροής-αντικατάστασης επαναλήφθηκε τέσσερις φορές. Τελικά η ποσότητα του αερίου HFC-407C που διέρρευσε και αντικαταστάθηκε, ήταν ίση με διαρροή ποσοστού 140% της αρχικής ποσότητας. Ενώ ο κύκλος αυτός πειραματισμού επαναλήφθηκε, στην πραγματικότητα είναι σχεδόν απίθανο να συμβούν διαρροές τέτοιας έκτασης. Το συγκεκριμένο παράδειγμα διαρροής είναι στην ουσία ακραίο.

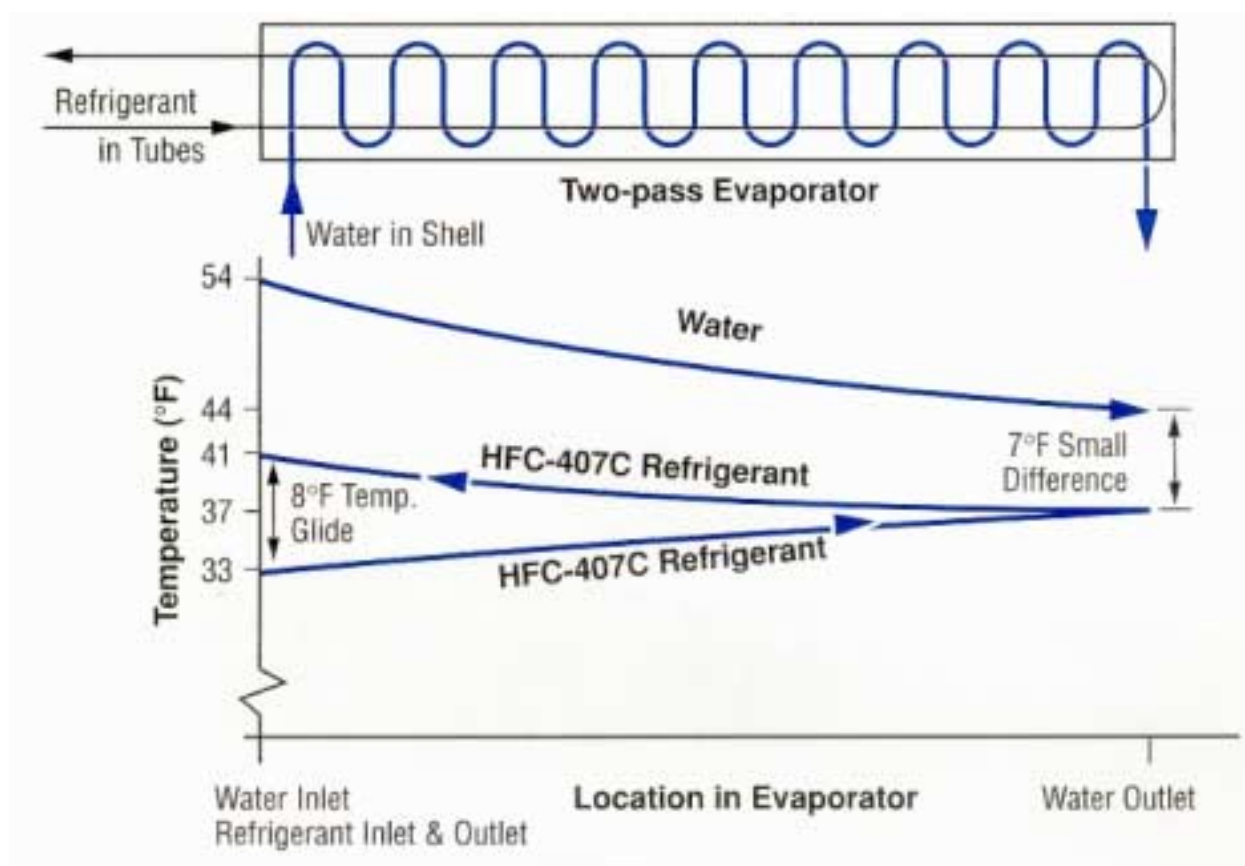
Ποιά ήταν λοιπόν η επίδραση στην απόδοση του ψύκτη; Παρά την τεράστια διαρροή και αντικατάσταση του ψυκτικού υγρού, το εργαστήριο αποφάνθηκε ότι η ψυκτική ικανότητα του ψύκτη μειώθηκε μόνο κατά 4,5%, ενώ η απόδοση του (efficiency) αυξήθηκε κατά 1,1%.

Αυτό το πείραμα αποδεικνύει ότι θα χρειαζόταν μια σχεδόν καταστροφική διαρροή ψυκτικού μέσου για να προκαλέσει μια εμφανή απώλεια της ψυκτικής ικανότητας του μηχανήματος, οπότε η σοβαρότητα της διαρροής να επισκιάζει τελικά το θέμα της ψυκτικής απόδοσης.

Παράδοξο # 2: Ο διαχωρισμός (temperature glide) του HFC-407C θα προκαλέσει την μείωση της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού, (κάτω των 32° F), με αποτέλεσμα να παγώνει το ψυχρό νερό.

Σε ένα τυπικό εξατμιστή DX, η μικρότερη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ψυχρού νερού και ψυκτικού υγρού είναι 7° F. (Η διαφορά αυτή ορίζεται ως “small difference” και μετριέται στο σημείο όπου συνήθως η διαφορά αυτή είναι η μικρότερη δυνατή, δηλαδή στο σημείο εξόδου του νερού και του ψυκτικού υγρού από το εξατμιστή.) Αν τοποθετηθεί το HFC-407C έχοντας temperature glide 7° με 8° F, αρχικά θα φανεί ότι αυτός ο συνδυασμός θα εκθέσει το ψυχρό νερό σε θερμοκρασίες σχεδόν δημιουργίας πάγου. Όπως φαίνεται στην εικόνα 3, εάν η απαιτούμενη θερμοκρασία νερού από τον ψύκτη είναι 44° F, τότε το HFC-407C μπορεί να εισέλθει στον εξατμιστή στους 33° F.

Στις πραγματικές εφαρμογές όμως δεν υπάρχει πρόβλημα δημιουργίας πάγου. Οι περισσότεροι από τους μεγαλύτερους προμηθευτές κλιματισμού, ήδη, επιτρέπουν στους εξατμιστές DX με HCFC-22, να λειτουργούν με θερμοκρασία εισόδου του ψυκτικού μέσου μικρότερη των 32° F και έτσι δεν υπάρχουν προβλήματα πάγου.



Εικόνα 3: Θερμοκρασίες του HFC-407C σε έναν εξατμιστή (εναλλάκτη) διπλής διόδου

Οι λόγοι είναι απλοί: Πρώτον, το ψυχρότερο ψυκτικό υγρό τυπικά βρίσκεται σε επαφή με το θερμότερο νερό, όπως φαίνεται στην εικόνα 3. Δεύτερον, ο σχηματισμός κρυστάλλων πάγου εμποδίζεται από την υψηλή ταχύτητα και την τυρβώδη ροή που υπάρχει στην πλευρά του νερού στον εξατμιστή. Στην περίπτωση δημιουργίας σχηματισμών κρυστάλλων πάγου στις επιφάνειες των σωλήνων, η τριβή από την τύρβη θα τους αποκολλούσαν ξανά προς το χαμηλότερο και θερμότερο όγκο της ροής του νερού.

Συμπέρασματα

Πολλά ψυκτικά μέσα έχουν δημιουργηθεί σαν εναλλακτικές λύσεις του HCFC-22 για τους ψύκτες DX. Όλα είναι πιθανά υποκατάστατα και όλα χρησιμοποιούνται από έναν ή περισσότερους κατασκευαστές. Η YORK έχει επιλέξει το HFC-407C λόγω των χαρακτηριστικών λειτουργίας του σε πραγματικές εφαρμογές. Η ομοιότητα στην ψυκτική ικανότητα και την πίεση λειτουργίας με το HCFC-22 το θέτουν σαν μια πολύ λογική επιλογή για μετατροπή ψυκτών (retrofits). Ακόμα, το Temperature Glide υπόσχεται σημαντικές βελτιώσεις απόδοσης στους νέους ψύκτες.

Όταν η βιομηχανία του κλιματισμού σταμάτησε την χρήση των CFC, κάποιοι κατασκευαστές ψυκτών αποπροσανατόλισαν αγοραστές και μηχανικούς με δηλώσεις και σχόλια για το πιο είναι το 'καλύτερο' υποκατάστατο ψυκτικό μέσο. Τελικά, αρκετά ψυκτικά μέσα φάνηκαν να είναι αξιόλογα υποκατάστατα και το ενδιαφέρον των εκτιμήσεων απομακρύνθηκε από τα ψυκτικά μέσα και κατευθύνθηκε προς τους περισσότερο σημαντικούς παράγοντες του κόστους και της απόδοσης. Στην YORK ελπίζουμε αυτό το άρθρο να ξεκαθαρίσει κάποιες ανακρίβειες και να έχει σαν αποτέλεσμα την γρήγορη αποδοχή όλων των υποκατάστατων του HCFC-22.