

## **Czynniki chłodnicze.**

Protokół Montrealski zdecydowanie stawia kwestię eliminacji z zastosowań gospodarczych substancji grupy CFC oraz HCFC. Wprowadzone restrykcje nie dotyczą bezpośrednio urządzeń już wyprodukowanych i użytkowanych, gdyż w tym przypadku trudno byłoby osiągnąć zamierzony efekt, stąd ich ostrze skierowane jest na nowe wyroby. Konieczność rezygnacji z tych związków, między innymi w technice chłodniczej, postawiła przed kilku laty na pierwszym planie problem poszukiwania ich zamienników. Nowe czynniki chłodnicze oprócz spełnienia podstawowych kryteriów chemicznych, fizycznych i termodynamicznych, takich jakie stosowano przy doborze starych czynników, muszą oczywiście spełniać kryteria bezpieczeństwa dla środowiska naturalnego. Obecnie na rynku dostępnych jest wiele substancji oferowanych chłodnictwu, głównie mieszanin, jednak żadna z nich nie spełnia wszystkich wymagań, a zatem wybór czynnika chłodniczego jest w dalszym ciągu wynikiem kompromisu pomiędzy jego zaletami i wadami. Zastosowanie zastępczego czynnika, wymaga uwzględnienia szeregu zastrzeżeń wynikających z szeroko pojętych jego własności oraz wykonania wielu przeliczeń, dla których niezbędna jest znajomość własności fizycznych, chemicznych, fizjologicznych i ekonomicznych takiego płynu roboczego. Wskaźniki ekologiczne ODP i GWP dla dotychczas stosowanych oraz aktualnie wprowadzanych substancji jednorodnych grupy CFC, HCFC oraz HFC podano poniżej.

### **R 22 (HCFC 22)**

Czynnik R22 wykorzystywany jest w zakresie średnich ciśnień i niskich temperatur. Jest on stosowany w dużych, średnich i małych instalacjach chłodniczych (lądowych i okrętowych) Powszechnie stosuje się go w klimatyzacji, transporcie, przemyśle chemicznym i farmaceutycznym oraz spożywczym. Znalazł również zastosowanie w lodówkach i zamrażarkach domowych oraz w lądach chłodniczych.

### **R 23 (HCFC 23)**

Czynnik R 23 jest zamiennikiem R 13, stosowany w urządzeniach wytwarzających bardzo niską temperaturę w zakresie od -60 C do -100 C. Znalazł on zastosowanie do celów medycznych, w komorach badawczych, w kriomatach i kriostatach, w urządzeniach wysokiej próżni, w przemysłowych urządzeniach chłodniczych oraz w urządzeniach chłodniczych dla techniki procesów przetwórczych. R 23 jest stosowany wyłącznie w systemach kaskadowych, w temperaturach parowania stopnia niskiego do -100C i temperaturach skraplania od -10°C do -40°C.

### **R 134a (HFC 134a)**

R134a jest zamiennikiem czynnika R12. Przewidziany jest on do pracy w małych, domowych i handlowych urządzeniach chłodniczych średnotemperaturowych oraz w urządzeniach klimatyzacyjnych. Płyn ten jest szczególnie rekomendowany do stosowania w chłodziarkach jednokomorowych - przede wszystkim w urządzeniach nowych, gdyż R 134a nie stanowi zamiennika typu "drop in" dla wycofywanego R12. R 134a staje się ponadto płynem roboczym powszechnie wykorzystywanym w klimatyzatorach samochodowych. Możliwe jest także używanie czynnika R134a do tworzenia aerozoli i do spieniania materiałów izolacji cieplnych.

### **R 142b (HCFC 142b)**

Wysokotemperaturowy czynnik R 142b wchodzi między innymi w skład mieszaniny R 409.

### **R 401A (SUVA MP 39)**

R 401A jest mieszaniną zeotropową (wykazującą poślizg temperatury) o następującym składzie: R22/R152a/R124(53/13/34). Przewidziany jest do zastępowania czynnika R 12 w istniejących urządzeniach średnotemperaturowych (o temperaturze parowania powyżej -23°C), również w chłodziarkach domowych.

**R 402A (HP 80) i R 402B (HP 81)**

jak i nowo projektowanych urządzeń chłodniczych. Są zalecane do zastosowań w supermarketach, w urządzeniach R402A i R402B są zamiennikami dla R22 i R502 przeznaczonymi do napełniania zarówno istniejących do przechowywania żywności, w magazynach, dla celów chłodnictwa transportowego oraz w systemach kaskadowych do bardzo niskich temperatur. Ze względu na własności termodynamiczne R 402B jest odpowiedniejszy dla systemów o średnich temperaturach parowania ( np. urządzenia do lodów), natomiast R402A może być wykorzystany jako czynnik chłodniczy w układach niskotemperaturowych (np. transport, obsługa żywności).

**R 404A**

R 404A jest czynnikiem proponowanym jako substytut R22, stąd też zakres jego stosowania jest zbliżony do tego czynnika. Nadaje się on przede wszystkim do:

- przemysłowych urządzeń chłodniczych okrętowych i lądowych (mroźni i chłodni ),
- urządzeń chłodniczych stosowanych w domach towarowych,
- urządzeń wykorzystywanych w transporcie chłodniczym.

**R 407C**

Jest czynnikiem o zbliżonych własnościach termodynamicznych do R 22, dlatego proponowany jest jako zamiennik tego czynnika zarówno w już istniejących, jak i nowo projektowanych instalacjach chłodniczych. Jest on mieszaniną charakteryzującą się dość znacznym poślizgiem temperaturowym, dlatego wyklucza się jej stosowanie w instalacjach wyposażonych w parowniki zalane. Czynnik ten może być stosowany między innymi w:

- urządzeniach klimatyzacyjnych domowych i handlowych,
- układach chłodniczych pośrednich domów handlowych,
- instalacjach chłodniczych okrętowych,
- lodówkach i zamrażarkach domowych.

R 407C jest bezbarwną mieszaniną zeotropową czynników R 32 - 23% wag., R125 - 25% wag., oraz R 134a - 52 % wag.

**R 408A**

R 408A został opracowany w celu zastąpienia wycofanego czynnika R 502. Zbliżone własności termodynamiczne i cieplnofizyczne pozwalają na bezpośrednią wymianę R 502 na R 408A w istniejącej instalacji chłodniczej bez konieczności przeprowadzenia kosztownej modyfikacji układu. Z powodzeniem może on zastąpić czynnik R 502 zarówno w klimatyzacji, przemyśle chłodniczym, transporcie, jak i w lodówkach oraz zamrażarkach domowych. Czynnik R 408A jest prawie azeotropowa mieszanina, składająca się w 47% wag. R22, 46% wag. R 143a oraz 7% wag. R 125.

**R 409A**

R 409A jest zamiennikiem typu "drop in" dla czynnika R 12, przeznaczonym do napełniania istniejących urządzeń chłodniczych bez konieczności modyfikacji instalacji i wymiany w niej oleju. Jest zalecany wszędzie tam, gdzie wymiana oleju jest znacznie utrudniona ( sprężarki hermetyczne ), a przez to zastąpienie R12 przez R 134a okazuje się zbyt drogie i kłopotliwe. R 409A jest dopuszczony do użytkowania - jako czynnik przejściowy - do roku 2030, a w krajach Unii Europejskiej - do 2015. Przy wymianie czynnika R 12 na R 409A należy przewidzieć o 10-20% mniejsze napełnienie instalacji tym zamiennikiem, może ponadto wystąpić konieczność wymiany odwadniacza ( na podobny , jak dla R134a) i regulacji zaworów rozprężnych, zaworów stałego ciśnienia oraz presostatów wysokiego ciśnienia. Wskazane jest także niewielkie zwiększenie dochłodzenia cieczy, podwyższające efektywność działania urządzenia. Jest mieszaniną zeotropową ( wykazującą poślizg temperatury) o następującym składzie: R 22/ R 124 / R 142b (60 / 25 / 15)

**R 410A i R 410B**

Czynnik R 410 jest długoterminowym, bezchlorowym zamiennikiem R 22 w klimatyzatorach, domowych i handlowych urządzeniach chłodniczych, pompach ciepła, a także w nowo projektowanych układach chłodniczych w przemyśle i supermarketach. Może również służyć jako substytut R22 w systemie "retrofit" w istniejących już urządzeniach. Ze względu na większe ciśnienia w przypadku stosowania R410, przed każdą

taką operacją zaleca się zasięgnięcie opinii producenta sprężarek oraz poszczególnych podzespołów instalacji chłodniczej. Czynnik ten znajduje również zastosowanie w układach niskotemperaturowych zastępując w nich R 13B1. Jest mieszaniną dwuskładnikową, składającą się z substancji jednorodnych R 32 i R 125. Badania równowagi faz tej mieszaniny w temperaturze -50°C dowiodły, że w zakresie temperatur od -70°C do +60°C odstęp między krzywą wrzenia i skraplania sięga kilku tysięcznych bara. Jest to niewątpliwie zaletą tego czynnika, gdyż można dzięki temu ilość R 32 w mieszaninie zredukować do poziomu, przy którym zanika niebezpieczeństwo jej zapłonu. Poślizg temperaturowy R 410A jest mniejszy od 0,2°C, dzięki czemu rozkład tego czynnika w urządzeniu na poszczególne frakcje jest minimalny. Obecnie dla mieszaniny R32/R125 proponowane są następujące proporcje: 50/50% wagowych lub 45/55% wagowych. W związku z tym mieszaniny te oznaczane są jako R 410A lub R 410B. Ponieważ R 32 i R125 nie zawierają chloru, mieszaniny R 410A i R 410B charakteryzują się wskaźnikiem ODP = 0.

### **R 507**

Czynnik R 507 proponowany jest jako substytut wycofanego z produkcji R 502. Zakres użytkowych temperatur parowania waha się od -45°C do 0°C. Oprócz zastosowania w nowych instalacjach chłodniczych nadaje się on do urządzeń już pracujących z czynnikiem R 502, przy czym konieczne jest całkowite wypłukanie układu z oleju mineralnego i napełnienie sprężarki olejem syntetycznym. Niekiedy zachodzi także potrzeba wymiany zaworu rozprężnego, odwadniacza i uszczelnień. Może być stosowany w komorach chłodniczych, urządzeniach klimatyzacyjnych, ladach sklepowych, automatach do produkcji lodu oraz w transporcie chłodniczym. Jest azeotropową mieszaniną substancji R 143a (50% wag.) oraz R 125 ( 50% wag. ). Mieszanina ta charakteryzuje się nałożeniem krzywych cieczy i pary nasyconej w zakresie stężeń R 143a i R 125 wahających się od 40 do 60%. Oznacza to, że niewielkie kilkuprocentowe odchylenie składu proporcji jej komponentów nie powoduje pogorszenia jego własności termodynamicznych mieszaniny.

### **R 600a Izobutan**

Należy do substancji, które najwcześniej zostały zastosowane jako czynniki chłodnicze, szczególnie w urządzeniach pracujących w zakładach produkujących lub przetwarzających węglowodory, a także w obiektach, gdzie płyn ten używany był jako paliwo. Z uwagi na palność R 600a został w późniejszym okresie wyparty z zastosowań chłodniczych przez freony. Jednak wobec faktu wycofywania większości z nich użycia, izobutan - będąc substancją naturalną - znów jest postrzegany jako atrakcyjny płyn roboczy. Izobutan wydaje się być odpowiednim czynnikiem roboczym dla urządzeń chłodniczych wysoko i średniotemperaturowych, pracujących dotychczas z R 12 (głównie chłodziarki domowe, małe klimatyzatory i pompy ciepła). Własności termodynamiczne R 600a odbiegają jednak znacznie od własności R 12, wobec czego izobutan znajduje zastosowanie w urządzeniach specjalnie dla niego konstruowanych lub jako składnik mieszanin - najczęściej w połączeniu z propanem. Jest izomerem butanu, jest bezbarwny i bezwonny.

### **Antifrogen**

Przemysł chemiczny oferuje nowe płyny syntetyczne, przeznaczone na chłodziwa. Charakteryzują się one jednak jeszcze zbyt małą wartością ciepła właściwego. Jednym z takich płynów jest lansowana przez firmę Hoechst Chemikalien substancja o nazwie Antifrogen N. Płyn ten jest janożółtą zabarwioną, przezroczystą cieczą, wykorzystywaną także jako nośnik ciepła w kolektorach słonecznych i pompach ciepła. W Antifrogenie N jako środek obniżający punkt wrzenia stosowany jest etylenoglikol, który dzięki wysokiej temperaturze wrzenia (198°C) minimalizuje straty spowodowane parowaniem. Odporność omawianego płynu na zamarzanie jest uzależniona od proporcji mieszaniny Antifrogenu N z wodą. Płyn ten zawiera odpowiednie inhibitory antykorozyjne, które zabezpieczają nie tylko przed zjawiskiem korozji, lecz również przed osadzaniem się kamienia kotłowego. Jedną z jego niewątpliwych wad jest szkodliwość dla zdrowia ludzkiego. W celu rozpowszechnienia tej rodziny cieczy chłodzących wspomniana firma wyprodukowała na bazie nieszkodliwego toksycznie 1,2 -propylenoglikolu - Antifrogen L. O nietoksyczności tego związku świadczy fakt, że został on przez FDA ( Food and Drug Administration) dopuszczony do stosowania w przechowywaniu i środkach spożywczych

***Glikole - ciecze niezamarzające***

Glikole - bezbarwne, słodkie ciecze o dużej lepkości, są dwuwodorotlenowymi alkoholami. Charakteryzują się temperaturami krzepnięcia poniżej  $-50^{\circ}\text{C}$ . Stosowane są dwa podstawowe rodzaje glikoli:

- a. nietoksyczny glikol propylenowy, charakteryzuje się gwałtownym wzrostem współczynnika tarcia w temp. poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ . W temperaturze  $-10^{\circ}\text{C}$  30% roztwór wodny glikolu propylenowego wykazuje opory przepływu o 100% większe w stosunku do wody.
- b. toksyczny glikol etylenowy, charakteryzuje się lepszymi niż glikol propylenowy właściwościami w niskich temperaturach. Glikol etylenowy jest zasadniczo stosowany tam, gdzie ewentualne wycieki nie będą związane z niebezpieczeństwem dla ludzi, zwierząt lub możliwością skażenia żywności oraz gdzie temperatura nie spada poniżej  $-25^{\circ}\text{C}$ . Zarówno glikol propylenowy, jak i etylenowy mają cząsteczki o mniejszych rozmiarach niż woda. W związku z tym wszelkie uszczelnienia i połączenia gwintowane muszą być wykonane z większą dokładnością, niż w przypadku systemów wodnych. Zastosowanie glikoli - w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, tworzyw sztucznych, kosmetycznym, papierowym, do produkcji środków pomocniczych oraz w chłodnictwie jako składnik płynów niskozamarzających