

Lech DOMAGAŁA

WSPÓŁCZESNE CZYNNIKI CHŁODNICZE A KLIMATYZACJA KOPALŃ. CZY ROZSTANIE Z CFC I HCFC ?

Streszczenie. Sfera ozonowa działa jak filtr promieniowania ultrafioletowego osiagającego ziemię. Kiedy chlorofluorometany (CFC) są uwalniane do atmosfery, to po rozpadzie na składniki osiagają stratosferę, a składniki chlorowcowe są tymi, które powodują niszczenie sfery ozonowej. Podano przykładowe wielkości ucieczek freonu. Rozpatrzono dwa aspekty zagadnienia; zmianę układów chłodzenia z czynnikiem R-12 i R-22 na zamiennik R-134a lub mieszaniny; ważne jest, aby wszyscy użytkownicy CFC uwzględnili w planach inwestycyjnych bliską niedostępność CFC na rynku, co z jednej strony ochroni ich inwestycje, a z drugiej środowisko.

CONTEMPORARY REFRIGERANTS IN THE MINING REFRIGERATION. CFC AND HCFC PHASE OUT ?

Summary. Ozone basically acts as a filter to Ultra Violet rays reaching earth. When Chloro-Fluoro-Carbons (CFC) are released into the atmosphere, they start to break down into their components, they reach the stratosphere and it is the chlorine component that causes damage to the ozone layer. We take into consideration two aspects; the conversion R-12 and R-22 refrigeration plant to R-134a or „blends” and this is essential that all users of CFC's make immediate plans to respond to CFC unavailability on market. That will protect our business and environment.

1. Wstęp

Chłodnictwo, w tym również klimatyzacja kopalń i powszechne użycie freonów w życiu codziennym, technice pianek, pożarnictwie itd. doprowadziły tylko w latach 1985 - 93 do ponad pięciokrotnego wzrostu zawartości związków chloru w stratosferze, przyspieszonego rozpadu ozonu O_3 , powstania znanego zjawiska „dziury ozonowej” w strefie podbiegunowej i w następstwie do poważnych zmian klimatycznych. Konieczność ochrony

środowiska wywołuje obecnie szybki spadek produkcji freonów oraz generalną zmianę w koncepcji rozwoju technologii chłodzenia, a także w budowie i konstrukcji maszyn chłodniczych.

2. Stan aktualny stosowania czynników chłodniczych

Kraje producentów czynników chłodniczych (tzw. freonów) oraz urządzeń chłodniczych zobowiązały się w myśl postanowień protokołu montrealskiego (1987), a potem w listopadzie 1992 w Kopenhadze, że do roku 1994 zostanie ograniczona produkcja urządzeń i czynników chłodniczych chlorowych (freonów typu CFC) do 25% produkcji z roku 1986, a w 1996 r. nastąpi ograniczenie produkcji freonów typu HCFC w postaci „czystej” aż do ich wyeliminowania w roku 2020 [56].

Kraje sygnatariusze przyjęły w zależności od stanu produkcji i poziomu technicznego różne terminy wprowadzania w życie ograniczeń produkcji, importu i stosowania w urządzeniach chłodniczych czynników typu CFC. Przykładowo, w RFN obowiązuje od 01.01.1995 r. zakaz wprowadzania do obrotu handlowego następujących czynników o zawartości powyżej 1%: R 11, 12, 13, 112, 113, 114, 115, 133 i Halonów 1211, 1301, tetrachlorometanu oraz 1,1,1, trichloroetanu, a także wyrobów zawierających wymienione związki (np. pianki). Dla czynników typu HCFC, jak np. najpowszechniejszy w klimatyzacji kopalń (i nie tylko) freon R 22, wprowadzono zakaz stosowania w produkowanych urządzeniach od 01.01.2000 r. (następnie proponowano ze względu na brak zamiennika dwudziestoletnią prolongatę, a obecnie skutek szybkiego postępu w chłodnictwie - przyspieszenie) [1,3,5,6].

Świadomość niedostępności freonów typu CFC, a niedługo HCFC (w czystej postaci) w wolnym obrocie handlowym po wyznaczonych terminach pozwoli racjonalnie **zabezpieczyć długoterminowe inwestycje w klimatyzacji kopalń** (i nie tylko), a równocześnie ukazuje wagę wpływu związków chloru na środowisko. Ochrona środowiska jako podstawowe kryterium oceny doprowadziła do gruntownego przeobrażenia całej branży produkcji czynników chłodniczych, a w następstwie do **zmian w konstrukcji i produkcji maszyn chłodniczych**.

3. Etap przejściowy i perspektywy klimatyzacji

Ostre i gorące dyskusje dotyczące przyszłości chłodnictwa, w tym także branży klimatyzacyjnej, dotyczą zasadniczo dwu problemów:

- opracowania czynników chłodniczych zastępczych (zamienników) na okres przejściowy, które można stosować w istniejących maszynach, lecz nie zawierających związków chloru,
- przygotowania grupy czynników do perspektywicznego wykorzystania w maszynach nowej generacji.

3.1. Klasyfikacja czynników chłodniczych

Decydującym parametrem klasyfikującym czynniki chłodnicze pod kątem ochrony środowiska jest zawartość chloru w cząsteczce. Można wyróżnić pięć podstawowych grup:

1. Freony zawierające chlor - stabilne, o długim okresie rozkładu, które silnie oddziałują na strefę ozonową. Pełnohalogenowy fluorochlorometan - oznaczenie CFC (brak atomu wodoru w cząsteczce, np. R12, zobacz tab.1).
2. Freony zawierające chlor - niestabilne, o słabszym oddziaływaniu w wyniku szybszego rozpadu cząstek. Częściowo halogenowy fluorochlorometan - oznaczenie HCFC (posiadają atomy wodoru w cząsteczce, np. R22).
3. Freony bezchlorkowe, bezpieczne wobec ozonu, Fluorometan - oznaczenie FC (bezchlorkowa cząstka fluoru i węgla, np. R23).
4. Freony bezchlorkowe, bezpieczne wobec ozonu, częściowo halogenowy fluorometan - oznaczenie HFC (zawierają atom wodoru w cząstce, np. R134a).
5. Bezchlorkowe czynniki chłodnicze oparte na innych związkach chemicznych.

3.2. Cechy czynników chłodniczych

Nowe kryteria klasyfikacji czynników chłodniczych zmusiły przemysł do szybkiej rezygnacji z czynników grupy pierwszej typu CFC, a w następnej kolejności z HCFC. Spowodowało to konieczność opracowania zamienników nadających się do stosowania w istniejącym parku maszynowym, a także planów rozwoju czynników i maszyn nowej generacji. Obecnie czynniki chłodnicze do celów klimatyzacji kopalń muszą się charakteryzować według rangi ważności następującymi cechami:

1. brakiem oddziaływania na sferę ozonową,
2. małym wpływem na wzrost globalnego efektu cieplarnianego,

3. brakiem palności, wybuchowości, toksyczności,
4. odpowiednim ciśnieniem nasycenia w zakresie temperatur przewidzianym do zastosowania,
5. dużą przewodnością i wydajnością chłodniczą,
6. pasywnością wobec metali, materiałów uszczelniających i środków smarnych,
7. rozpuszczalnością w wodzie,
8. trwałością chemiczną [4,7 - literatura odnośnie do pkt. 3-8],
9. umożliwieniem wystarczającego uszczelnienia urządzenia w zakresie ciśnień i temperatur zakresu pracy.

Dwie pierwsze cechy są mierzalne przy użyciu wskaźników porównujących działanie dowolnego czynnika do działania freonu R11 z grupy CFC. Agresywność w stosunku do ozonu opisuje wskaźnik ODP (ang. Ozone Depletion Potential).

Wzrost „efektu cieplarnianego” mierzy się wskaźnikiem GWP (ang. Global Warming Potential). Oba wskaźniki przyjęto dla R11 równe jedności. Często stosuje się też kompleksowy wskaźnik TEWI (ang. Total Equivalent Warming Impact). Jest on zależny od zużywanej w procesie klimatyzacji oraz w trakcie produkcji czynnika energii, co daje inne wyniki dla różnych typów instalacji klimatyzacyjnej, a nawet sposobu chłodzenia.

Odnośnie do cechy trzeciej, w klimatyzacji podziemnej palność i toksyczność wyklucza stosowanie zamienników takich jak R 290 (propan) czy amoniak (NH_3) w czystej postaci.

Tablica 1

Porównanie stosowanych czynników chłodniczych [1,3,4,5]

Nazwa techn.	Związek chem.	Nazwa grupy	Nr ur.	ODP śr.	GWP śr.	Toksyczność	Palność wybuch.	Olejenie kompres.
R 11	CFCl_3	CFC	1	1.0	1.0	-	-	W
R 12	CF_2Cl_2	CFC	1	0.95	3.10	-	-	W
R 22	CHF_2Cl	HCFC	2	0.049	0.35	-	-	W
R 123	$\text{CHCl}_2\text{-CF}_2$	HCFC	2	0.016	0.018	-	-	W
R 23	CF_3	FC	3	0	0.2	-	-	W
R 134a	$\text{CH}_2\text{F-CF}_3$	HFC	4	0	0.27	-	-	E
R 290	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	propan	5	0	0	tak	tak	PAG
amoniak	NH_3	-inne	5	0	0	tak	tak	PAG

W - wszystkie rodzaje olejów, E - estrowe, PAG - poliglikolowe.

Pozostałe cechy (4 - 8) mają decydujący wpływ na wydajność chłodniczą urządzeń, zakres temperatur pracy, konstrukcję oraz konieczność stosowania odpowiednich materiałów konstrukcyjnych. Szczegółowy opis wpływu poszczególnych cech na pracę urządzeń znajduje się w literaturze [4,7], a w przypadku nowych czynników chłodniczych w pozycjach [1,3,6].

Nieszczelność urządzeń chłodniczych (cecha 9) jest poważnym problemem we wszystkich typach urządzeń chłodniczych. Maszyny, stosowane dla celów lokalnej klimatyzacji w naszych kopalniach węgla kamiennego, posiadają w obiegach po 100 \pm 20 kg freonu. Straty freonu, wynikłe z konieczności opróżnienia układu w celu dokonania napraw oraz z tytułu nieszczelności, oceniane (tylko w przypadku 3 kopalń, to jest dla siedmiu urządzeń) na podstawie zakupów w okresie trzech lat, wyniosły średnio 68kg rocznie na jedno urządzenie. Ponieważ statystyka nie ujmowała ilości freonu uzupełnianego w maszynach objętych serwisem gwarancyjnym, a równocześnie odliczono zapas magazynowy, to powyższe dane pozwalają na ocenę skali zjawiska i przyjęcie obliczonej średniej wielkości ubytków freonu jako dolnej granicy strat.

Indywidualna ocena ucieczek dla jednego urządzenia chłodniczego (w kopalni innej niż badane w statystyce) pokazała, że w wyniku kilkunastu kolejnych awarii roczne straty freonu wyniosły ok.230 kg.

Według oceny kopalń urządzenia chłodnicze nowszej generacji wykazują znacznie mniejsze „zużycie” freonu.

4. Możliwość użycia środków alternatywnych eliminujących czynniki chłodnicze typu CFC i HCFC

W klimatyzacji kopalń koncepcja odejścia od czynników typu CFC sprowadza się do zastąpienia freonów typu R12 i R22 przez:

- a) bezchlorkowe czynniki jednoskładnikowe typu HFC,
- b) mieszaniny azeotropowe i zeotropowe,
- c) mieszaniny i nowe czynniki (wymagające materiałów i konstrukcji maszyn według nowych zasad).

ad a)

Dotąd udało się jedynie dla R12 opracować nowy czynnik R134a odpowiadający pod względem własności fizycznych (zgodność cech 4, 5, 6) [1,3,6]. Wymaga on jednak dodatkowego osuszania układu oraz użycia olejów estrowych zamiast mineralnych (niezgodność cech 7, 8), (zobacz tablice 1, 2).

Eksplotacja maszyn klimatyzacyjnych po zamianie R12 na R134a wykazuje [6] spadek mocy chłodniczej średnio o 8% (maksymalnie o 13%) dla przedziału temperatur parowania 0-5°C. Istnieje jednak możliwość rekompensaty mocy przez wzrost liczby obrotów układu napędowego.

ad b)

Mieszaniny należy podzielić na azeotropowe, to jest o cechach czynników jednoskładnikowych, i zeotropowe skraplające się w przedziale temperatur zależnym od składu procentowego mieszanin.

Rozróżniamy dwie kategorie mieszanin (tabl. 2):

- zastępcze - do wykorzystania w okresie przejściowym (zawierają domieszkę czynnika HCFC, głównie R22) przewidziane jako zamiennik w istniejących maszynach,
- mieszaniny bezchlorkowe - zastępujące R22, przewidywane dla maszyn nowej generacji, obecnie niedostępne w obrocie handlowym, możliwe do zastosowania po roku 2000.

Ostre dyskusje na temat kierunków rozwoju czynników chłodniczych [1,3,5,6] zmuszają do krytycznej oceny możliwości zastąpienia R22 w istniejących maszynach bez zmiany ich konstrukcji, a znane czynniki o zbliżonych własnościach fizycznych są zazwyczaj palne lub toksyczne.

Tablica 2

Czynniki do stosowania w okresie przejściowym

Czynnik chłodniczy stosowany obecnie	Okres przejściowy (i docelowo)		
	mieszaniny zastępcze	czynniki i mieszaniny bezchlorkowe	
R 12	R 22/152a/124	R 134a i R 134a/152a	
R 22	R 22	R 32/134a R 32/125	R 32/125/134a inne

5. Wnioski

1. Likwidacja i remonty urządzeń klimatyzacji lub zmiana czynników chłodniczych typu CFC wymagają maksymalnego odzyskiwania freonu i przestrzegania zasad „recyklingu”.
2. Należy maksymalnie ograniczyć nieszczelności istniejących układów.
3. Wybór maszyn klimatyzacyjnych w planowanych inwestycjach powinien uwzględniać zmiany na rynku czynników chłodniczych i sprzętu, jakie niewątpliwie wystąpią w ciągu najbliższej dekady.

LITERATURA

1. BITZER; „Kältemittel”, Raport IKK 06.1992.
2. Czapp M. inni: Wielostopniowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze. WSI, Koszalin 1994.
3. FISHER; „Kälteklima”, Raport, 1992.
4. Frycz A.: Klimatyzacja kopalń. Śląsk, Katowice 1981.
5. Department of Nat. Health; Refrigeration and Air Conditioning Equipment - CFC Phase Out. Journal of M.V.S., South Africa, 9/1994.
6. Visagre P.J.: Converting Chiller Refrigerant from R22 to R134a. Journal of M.V.S., South Africa, 9/1994.
7. Waclawik J. i inni: Warunki klimatyczne w kopalniach głębokich. Poradnik, Bibl. Szk. Ekspl. Podziemn. nr 4, Kraków 1995.

Recenzent: Dr Józef Knechtel

Wpłynęło do Redakcji 24.10.1996 r.

Abstract

This paper presents the problem of protecting the ozone layer as a task for refrigerants producers.

There are taken into consideration two aspects of the matter; the conversion R-12 and R-22 refrigerations plant to R-134a or „blends” and this is essential that all users of CFC's make immediate plans to respond to CFC and HCFC unavailability on market.

R-134a is an attractive alternative to R-12 for many reasons. It is reasonably good performance match to R-12 at mid range temperature conditions and it has zero ozone depletion potential and less direct global warming potential.

The advent of the Montreal Protocol definitely was a signal to the World that even technology will not evade the environmental stampade.