

PODRĘCZNIK

POSTĘPOWANIA Z ODZYSKANymi
CZYNNIKAMI CHŁODNICZYMI



Podręcznik Postępowania z Odzyskanymi Czynnikiemami Chłodniczymi

wrzesień 2019, wydanie I

Copyright © 2019 PROZON Fundacja Ochrony Klimatu

Wszelkie prawa zastrzeżone. Praca ta nie może być kopiowana, powielana lub rozpowszechniana w całości bądź części, bez pisemnej zgody wydawcy

WYDAWCA:

PROZON Fundacja Ochrony Klimatu

03-876 Warszawa

ul. Matuszewska 14, bud. B9

tel. 22 392 74 63

e-mail: prozon@prozon.org.pl

www.prozon.org.pl

Spis treści

Ocieplenie klimatu a czynniki chłodnicze.....	3
Cykl życia czynników chłodniczych	4
Regulacje prawne	5
Odzysk czynników chłodniczych	5
Status odpadu.....	5
Transport	6
Uprawnienia do odzysku	6
Kary	6
Mieszanki zeotropowe	6
Recykling czynników chłodniczych	6
Ponowne zastosowanie czynnika w tej samej instalacji	7
Silnie zanieczyszczony czynnik.....	7
Mieszanki zeotropowe	8
Wpływ zmiany składu czynnika na parametry pracy urządzenia.....	8
Odpowiedzialność firmy serwisowej.....	8
Prawidłowe oznaczenie czynników po procesie recyklingu	9
Regeneracja czynników chłodniczych	9
Jakość czynnika po regeneracji.....	10
Zastosowanie czynników chłodniczych o nieznanym lub niewłaściwym parametrach	10
Utrata statusu odpadu	10
Zakaz serwisowy od 1 stycznia 2020 r.....	10
Likwidacja urządzenia	11
Podsumowanie	11
Literatura.....	12

Ocieplenie klimatu a czynniki chłodnicze

Globalne ocieplenie klimatu jest pilnym problemem zagrażającym całej ludzkości. Fakt ocieplania się klimatu jest bezsprzeczny i potwierdzony został wieloma badaniami, w tym przeprowadzonymi przez Międzyrządowy Panel do spraw Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), organ reprezentujący stanowisko naukowców z kilkudziesięciu krajów.

Stale podnoszenie się temperatury na Ziemi powoduje katastrofalne skutki środowiskowe m.in. utratę pokrywy lodowej, podniesienie poziomu mórz, zanikanie naturalnych siedlisk, wymieranie wielu gatunków zwierząt i roślin. Dalszą konsekwencją są głębokie problemy społeczne tj. utrata upraw, migracje, ograniczony dostęp do wody pitnej, straty materialne oraz bezpośrednie zagrożenie życia ludzkiego w efekcie ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Stanowisko IPCC potwierdza również Polska Akademia Nauk. W wydanym 10 grudnia 2018 roku oświadczeniu podaje, że to **działalność człowieka jest dominującą przyczyną współczesnego ocieplenia klimatu, a nauka ma na to niezbita dowody.**

Polscy naukowcy podsumowują obecną wiedzę na temat zmian klimatu:

- Ziemia ulega szybkiemu ociepleniu, obecnie średnia temperatura jest o 1 stopień Celsjusza wyższa w porównaniu z czasem sprzed gwałtownego rozwoju przemysłu.
- Emisja gazów cieplarnianych powstałych w wyniku działalności człowieka jest głównym czynnikiem wywołującym zmiany klimatu.
- Wiele ze spowodowanych w ten sposób zmian już dziś ma negatywny wpływ na społeczeństwo i może pogłębić problemy społeczne.
- Wciąż istnieje szansa na uniknięcie totalnego kryzysu klimatycznego, jednak wraz z upływem czasu bardzo szybko się zmniejsza.

Zgodnie z raportem IPCC ludzkość ma czas do 2030 roku, by ograniczyć emisję dwutlenku węgla o 45% (względem wartości z 2010) i w ten sposób powstrzymać katastrofalne skutki zmiany klimatu. W przeciwnym razie dalsze topnienie pokrywy lodowej może uruchomić uwalnianie z wiecznej zmarzliny metanu – gazu cieplarnianego 25-razy „silniejszego” niż CO₂. Istnieje również realne zagrożenie destabilizacji podmorskich hydratów metanu. Niekontrolowane uwalnianie tak potężnych zasobów gazów cieplarnianych może nieodwracalnie nakręcić spiralę zmian klimatu i ich skutków.

Stanowisko naukowców mówi jasno, że to właśnie działalność człowieka jest przyczyną obecnych zagrożeń klimatycznych. Jednak należy mieć świadomość, że nie tylko gazy ze spalania paliw są odpowiedzialne za spotęgowany efekt cieplarniany.

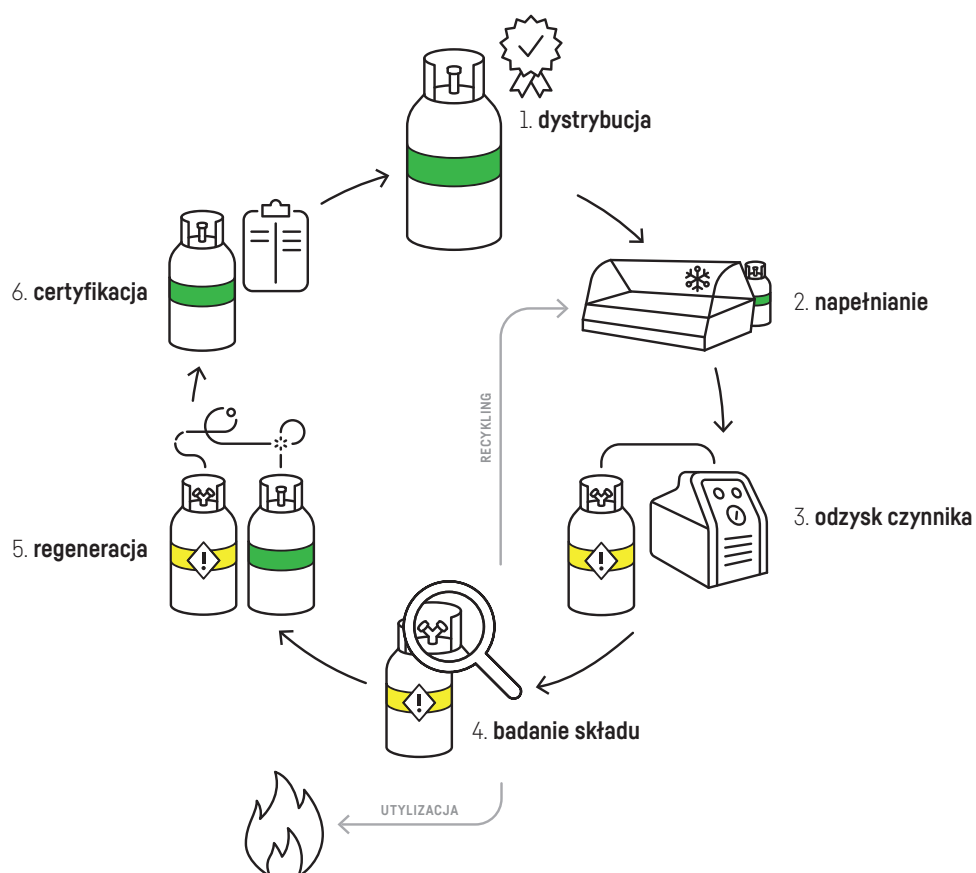
Obecnie stosowane **czynniki chłodnicze z grupy HFC także są gazami cieplarnianymi o bardzo wysokim potencjale ocieplenia klimatu** (tzw. GWP – Global Warming Potential). To zarazem jedyne gazy cieplarniane objęte Protokołem z Kioto, które nie występują naturalnie, ale są wytwarzane przez człowieka. Jeden kilogram popularnie stosowanych w chłodnictwie czynników tj. R-404A czy R-507-A ma ponad 3900 razy większy wpływ na klimat niż równoważna ilość dwutlenku węgla. Dlatego tak **istotne jest odpowiedzialne postępowanie z fluorowanymi gazami (F-gazami)**, stosowanie tych gazów jedynie przez wykwalifikowany personel, zapobieganie wyciekom oraz prawidłowe zagospodarowanie czynników chłodniczych odzyskanych z urządzeń.

Stosowanie restrykcyjnych przepisów dotyczących F-gazów często nie jest łatwe w praktyce, jednak pozwala na znaczne obniżenie emisji HFC do atmosfery, co z kolei jest jednym z istotnych działań jakie możemy podejmować na rzecz ograniczenia zmian klimatu na Ziemi.

PROZON Fundacja Ochrony Klimatu od blisko 25 lat wspiera firmy serwisujące oraz operatorów urządzeń prowadząc szkolenia specjalistyczne, oferując usługi odzysku i regeneracji czynników chłodniczych oraz kompleksowych badań laboratoryjnych.

Cykl życia czynników chłodniczych

Najczęściej stosowane obecnie czynniki chłodnicze należą do grupy wodorofluorowęglowodorów (HFC), które są fluorowanymi gazami cieplarnianymi (f-gazami) o wysokim potencjale ocieplenia klimatu (z ang. GWP – Global Warming Potential). Oprócz substancji HFC do F-gazów zalicza się perfluorowęglowodory (PFC) i heksafluorek siarki (SF₆). **Negatywny wpływ na środowisko tych substancji nakazuje ich odzysk z urządzeń i prowadzenie gospodarki w obiegu zamkniętym.** Oznacza to ponowne wykorzystanie gazu w jak największym stopniu. Jest to możliwe przy spełnieniu określonych warunków, które zostaną omówione w dalszej części podręcznika.



Regulacje prawne

Z uwagi na znaczący wpływ F-gazów na zmiany klimatu postępowanie z nimi zostało uregulowane umowami i przepisami międzynarodowymi. Podstawowym aktem prawnym obowiązującym w Unii Europejskiej, odnoszącym się do tego obszaru, jest *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006*. Natomiast Polskim aktem prawnym precyzującym zapisy ww. rozporządzenia na poziomie krajowym jest *ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych* (Dz. U. z 2018 r. poz. 2221, z późn. zm.).

W obszarach nieuregulowanych prawnie należy odnosić się do norm, które określają najlepsze dostępne praktyki oraz do publikacji naukowych.

Odzysk czynników chłodniczych

Odzysk oznacza zbiórkę i magazynowanie F-gazów z produktów, w tym pojemników i urządzeń, **podczas konserwacji lub serwisowania lub przed unieszkodliwieniem produktów lub urządzeń**, zgodnie z definicją zawartą w rozporządzeniu UE nr 517/2014 (art. 2 pkt 14) [1].

Na podstawie art. 8 ww. rozporządzenia [1] nałożono na operatora urządzenia obowiązek zapewnienia odzysku czynnika chłodniczego **w ściśle określonym celu – recyklingu, regeneracji bądź zniszczenia**. Zatem, po dokonaniu odzysku konieczne jest przeprowadzenie jednej z trzech wymienionych powyżej operacji.

Bezpośrednie ponowne zastosowanie czynnika chłodniczego w instalacji jest niezgodne z powyższymi przepisami.

POWÓD ODZYSKU

- konserwacja lub serwisowanie
- naprawa
- likwidacja



ODZYSK CZYNNIKA CHŁODNICZEGO



PROCES

- recykling
- regeneracja
- zniszczenie

Zgodnie z art. 3 ust. 1 pkt 6 ustawy o odpadach [3] przez odpad rozumie się każdą substancję lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do pozbycia, których jest zobowiązany. Jednakże, **w przypadku likwidacji urządzenia lub zastąpienia czynnika chłodniczego innym (tzw. retrofit), niezależnie od woli pozbycia się przez posiadacza, odzyskany czynnik staje się odpadem niebezpiecznym zakwalifikowanym pod kodem 14 06 01***. Wynika to z faktu, że w obu sytuacjach następuje trwałe, funkcjonalne zerwanie związku pomiędzy danym czynnikiem a urządzeniem. [5]

Jeżeli umowa pomiędzy operatorem urządzenia a firmą serwisową nie stanowi inaczej, na mocy art. 3 ust. 1 pkt 32 ustawy o odpadach [3], **wytwórcą odpadu w postaci odzyskanego czynnika jest firma serwisowa** wykonująca usługę.

Podmiot będący posiadaczem odpadu jest zobowiązany do postępowania z nim w sposób określony w przepisach dotyczących gospodarowania odpadami. W tej sytuacji muszą być spełnione określone wymogi prawne magazynowania, transportu oraz zagospodarowania odpadów niebezpiecznych [3].

Transport

Jeżeli wytwórcą odpadu w postaci odzyskanego czynnika jest firma serwisowa, to może ona transportować przez siebie wytworzone odpady do miejsca zagospodarowania bez zezwolenia. Należy jednak pamiętać, że powyżej 1 tony, odpad musi być transportowany zgodnie z wymaganiami ADR.

W sytuacji, gdy to operator jest wytwórcą odpadu i przekazuje go firmie serwisowej, musi ona posiadać zezwolenie na zbieranie tego rodzaju odpadów i posiadać wpis do Bazy Danych o Odpadach (BDO) w zakresie transportu odpadów.

Uprawnienia do odzysku

Operator urządzenia musi zapewnić, aby odzysk tych gazów był prowadzony przez osoby fizyczne posiadające odpowiednie certyfikaty F-gazowe. [1]

Kary

Niezapewnienie odzysku lub właściwego odzysku zgodnie z powyższym przepisem, zagrożone jest karą administracyjną w wysokości od 4000 do 15 000 zł (art.48 pkt 13,14,15 ustawy F-gazowej) [2].

Prawidłowy odzysk

- ✓ prowadzi się przy pomocy stacji do odzysku
- ✓ do butli z zaworem dwudrożnym

Mieszanki zeotropowe

Odzysk mieszanin zeotropowych (wszystkie mieszaniny, których oznaczenie zaczyna się od cyfry 4, np. R-404A, R-407C, R-410A) wiąże się z ich rozwarstwieniem, co znacząco wpływa na skład i parametry pracy. W związku z tym niezbędne jest poddanie takiego odzyskanego czynnika badaniom chromatograficznym, a w przypadku zmiany składu, poddanie procesowi regeneracji.

Recykling czynników chłodniczych

„Recykling” oznacza ponowne wykorzystanie odzyskanego fluorowanego gazu cieplarnianego **po przeprowadzeniu podstawowego procesu oczyszczania** - zgodnie z definicją zawartą w rozporządzeniu UE nr 517/2014 (w art. 2 pkt 15) [1].

Rozporządzenie nie precyzuje co oznacza podstawowe oczyszczenie czynnika chłodniczego. Należy więc odnieść się do norm, które wskazują metody postępowania w tym zakresie.

Norma ISO 11650 [6] szczegółowo opisuje wymagania dotyczące urządzeń do procesu odzysku i recyklingu. Muszą one spełniać określone wymagania i dokonywać wskazanych procesów. Według tej normy **recykling** oznacza obniżenie poziomu zanieczyszczeń używanego czynnika chłodniczego poprzez **separację oleju, usunięcie gazów nieskrapających się oraz użycie urządzeń takich jak filtry, aby zredukować wilgotność, kwasowość i zawartość zanieczyszczeń stałych.**

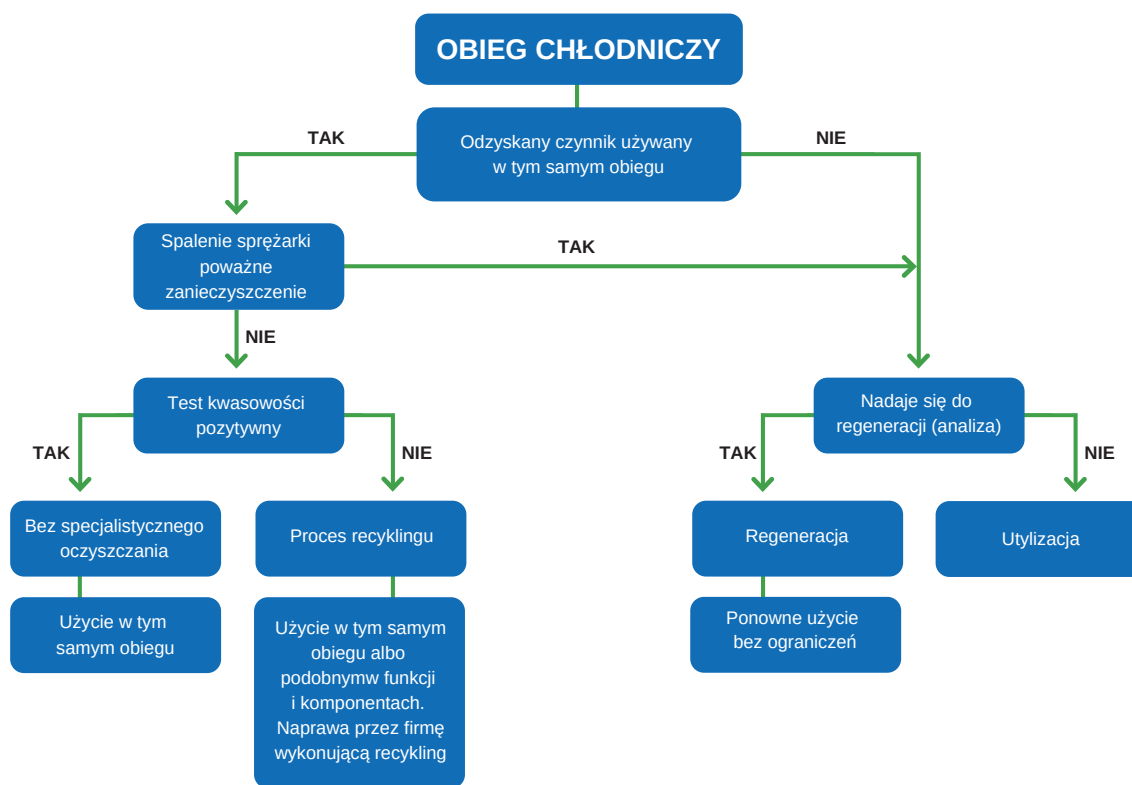
Ponowne zastosowanie czynnika w tej samej instalacji

Przepisy unijne [1] dopuszczają zastosowanie odzyskanego czynnika w tej samej instalacji, należy jednak zwrócić uwagę, **że dbałość o prawidłowe funkcjonowanie urządzeń nakazuje przeprowadzenie badania jakości czynnika** ponownie wprowadzanego do układu.

Zgodnie z normą PN-EN 378-4 [7] określającą wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska dla instalacji ziębniczych, **podjęcie decyzji o ponownym zastosowaniu czynnika chłodniczego w tym samym układzie powinno być oparte na wyniku uprzednio wykonanego testu kwasowości.** Norma wskazuje również, że obowiązującą metodą pomiaru kwasowości jest badanie wykonane metodą miareczkowania.

Silnie zanieczyszczony czynnik

Norma ta również określa, że w przypadku, gdy system chłodniczy został wyłączony z użytkowania ze względu na duże zanieczyszczenie czynnika chłodniczego lub spalenie silnika sprężarki, czynnik chłodniczy z takiego urządzenia powinien zostać poddany **regeneracji lub utylizacji.** Recykling nie jest w tym przypadku procesem dopuszczonym.



opracowano na podstawie Normy PN-EN 378-4

Mieszaniny zeotropowe

W przypadku mieszanin zeotropowych (np. R404A, R410A) **recykling jest procesem niewystarczającym do przywrócenia właściwych parametrów pracy** ze względu na zaburzenie składu mieszaniny.

Mieszaniny te wykazują poślizg temperaturowy to znaczy, że w ich składzie są substancje o różnych temperaturach wrzenia. W związku z tym, że czynnik taki występuje w układzie w dwóch fazach jednocześnie – gazowej i ciekłej, wyciek może prowadzić do zmiany składu mieszaniny.

Dlatego też w przypadku wystąpienia nieszczelności, po naprawie urządzenia, **prawidłowym postępowaniem jest przeprowadzenie analizy składu mieszaniny**, która odpowie na pytanie czy czynnik chłodniczy wymaga regeneracji czy po przeprowadzeniu recyklingu może być użyty w instalacji powtórnie bez regeneracji. Wszelkie metody przywracania mieszanin zeotropowych do stanu początkowego poprzez uzupełnianie ubytku nową mieszaniną lub czynnikami bardziej lotnymi są niewłaściwe z punktu widzenia przepisów.

Takie niewłaściwe postępowanie może doprowadzić do całkowitej zmiany składu mieszaniny, czyli uzyskania zupełnie innego czynnika o innych parametrach roboczych. Kolejne próby takiej doraźnej naprawy prowadzą do mieszania ze sobą dwóch różnych czynników, co zgodnie z zaleceniami producentów elementów układów chłodniczych, w szczególności sprężarek, jest praktyką nieprawidłową, mogącą doprowadzić do uszkodzenia układu chłodniczego, bez możliwości skorzystania z gwarancji [8].

Wpływ zmiany składu czynnika na parametry pracy urządzenia

Badania ekspertów jednoznacznie wskazują wpływ zmiany składu czynnika roboczego na parametry pracy urządzenia chłodniczego. Przy rozwarstwieniu czynnika chłodniczego obserwuje się między innymi [11] :

- spadek wydajności chłodniczej
- wzrost szybkości zużycia sprężarek
- pogorszenie warunków przepływu czynnika wewnątrz wymienników ciepła z uwagi na wzrost lepkości cieczy
- zmiana poślizgu temperaturowego = zmiany w regulacji zaworów rozprężnych
- wzrost zużycia energii.

Odpowiedzialność firmy serwisowej

Ostatecznie to firma serwisowa odpowiada za bezpieczeństwo, efektywność energetyczną i bezawaryjną pracę urządzenia, więc na niej spoczywa również odpowiedzialność użycia czynnika chłodniczego o prawidłowych parametrach i świadomość konsekwencji zastosowania czynników o jakości niezgodnej z wymaganiami normy.

Prawidłowe oznaczenie czynników po procesie recyklingu

Regenerowane lub pochodzące z recyklingu fluorowane gazy cieplarniane **muszą być opatrzone etykietą** ze wskazaniem, że dana substancja została zregenerowana lub pochodzi z recyklingu, z informacją o numerze partii oraz **nazwie i adresie zakładu, w którym dokonano regeneracji lub poddano recyklingowi**. [1]

Jak ustrzec się przed złą jakością czynnika?

- ✓ zakup czynnika ze znanych i legalnych źródeł
- ✓ sprawdzenie jakości zakupionego czynnika przed pierwszym użyciem
- ✓ sprawdzanie jakości czynnika w urządzeniu przed dokonaniem naprawy

Regeneracja czynników chłodniczych

Zgodnie z definicją zawartą w rozporządzeniu UE 517/2014 (w art. 2 pkt 16) [1] regeneracja oznacza ponowne przetwarzanie odzyskanego fluorowanego gazu cieplarnianego w celu osiągnięcia właściwości roboczych odpowiadających właściwościom roboczym substancji pierwotnej, z uwzględnieniem zamierzonego zastosowania.

Regeneracja to pełne odtworzenie jakości czynnika pierwotnego

- ✓ usunięcie oleju
- ✓ usunięcie gazów nieskrapających
- ✓ pozbawienie czynnika kwasów, wody, chlorków, części stałych
- ✓ uzupełnienie składu mieszanin
- ✓ badanie i certyfikacja
- ✓ przechowywanie w bezpieczny sposób

Badanie i uzupełnianie składu jest niezbędne dla uzyskania własności czynnika pierwotnego!

Wysoka jakość czynnika chłodniczego

- ✓ Efektywne chłodzenie
- ✓ Mniejsze zużycie energii
- ✓ Dłuższa żywotność urządzeń
- ✓ Unikanie kosztownych awarii
- ✓ Bezpieczeństwo
- ✓ Środowisko

Jakość czynnika po regeneracji

Czynnik po procesie regeneracji posiada parametry jakości odpowiadające czynnikom pierwotnym, zgodne ze standardem jakości AHRI 700 [9]. Potwierdzeniem jest certyfikat wystawiany na podstawie specjalistycznych badań laboratoryjnych.

Zastosowanie czynników chłodniczych o nieznanym lub niewłaściwych parametrach

Tylko pewność co do składu czynnika chłodniczego gwarantuje uniknięcie problemów, które wynikają z zastosowania czynników chłodniczych nieodpowiedniej jakości t.j. zwiększenie zużycia energii, zmniejszenie wydajności chłodzenia, zmniejszenie żywotności sprężarek, poważne awarie urządzeń, emisje.

Jak wskazuje literatura fachowa brak gazów nieskrapających się, wilgoci, tlenków, cząstek stałych i kwasów w urządzeniu zapewnia mu długą żywotność. Pojawienie się tych zanieczyszczeń jest przyczyną większości awarii, zarówno tych doraźnych, jak i występujących po dłuższym okresie eksploatacji urządzenia [10].

Utrata statusu odpadu

Bardzo istotny jest fakt, że proces regeneracji powoduje utratę statusu odpadu odzyskanego czynnika chłodniczego, dzięki czemu zgodnie z krajowymi przepisami odpadowymi [3] może on być ponownie wykorzystany w innym urządzeniu niż to, z którego pochodzi.

Zakaz serwisowy od 1 stycznia 2020 r.

Zgodnie z art.11. ust.3 rozporządzenia 517/2014 [1] od dnia 1 stycznia 2020 r. zabronione jest stosowanie fluorowanych gazów cieplarnianych o współczynniku GWP równym 2500 lub więcej, do serwisowania lub konserwacji urządzeń chłodniczych o wielkości napełnienia równym 40 ton ekwiwalentu CO₂ lub większej. Dla czynników chłodniczych R-404A i R-507A oznacza to napełnienie 10,4 kg lub większe.

Wyjątkiem od powyższego zakazu są zastosowania w sprzęcie wojskowym lub urządzeniach przeznaczonych do schładzania produktów do temperatur -50°C .

Ponadto do 1 stycznia 2030 roku zakaz ten **nie ma zastosowania do następujących kategorii fluorowanych gazów cieplarnianych:**

- **zregenerowanych** o współczynniku GWP ≥ 2500 , stosowanych do konserwacji lub serwisowania istniejących urządzeń chłodniczych, o ile zostały one opatrzone etykietą zgodnie z art.12 ust. 6 rozporządzenia 517/2014 [1]
- **poddanych recyklingowi** o współczynniku GWP ≥ 2500 , stosowanych do konserwacji lub serwisowania istniejących urządzeń chłodniczych, o ile zostały one odzyskane z takich urządzeń. Takie gazy poddane recyklingowi mogą być stosowane tylko przez podmiot, który przeprowadził ich odzysk w ramach konserwacji lub serwisowania, lub podmiot, dla którego odzysk przeprowadzono w ramach konserwacji lub serwisowania.

Likwidacja urządzenia

W przypadku likwidacji urządzenia, odzyskany czynnik chłodniczy musi zostać poddany unieszkodliwieniu [1], co powinno oznaczać pozbycie się [5] czyli oddanie do jednostki zajmującej się zagospodarowaniem odpadów o kodzie 14 06 01*. Zależnie od wyników badania parametrów odpadowego czynnika chłodniczego zostaje on poddany regeneracji bądź utylizacji termicznej. Operator likwidowanego urządzenia ma obowiązek podać informację o środkach podjętych w celu unieszkodliwienia odzyskanego czynnika chłodniczego w Karcie Urządzenia (dotyczy urządzeń o napełnieniu $\geq 5\text{t}$ ekwiwalentu CO_2) w Centralnym Rejestrze Operatorów zgodnie z art. 6 rozporządzenia 517/2014 [1].

Podsumowanie

Odzysk możliwy jest jedynie w celu recyklingu, regeneracji lub zniszczenia. Określenie właściwego sposobu postępowania z odzyskanym czynnikiem chłodniczym wymaga oceny jego parametrów jakościowych. Ponowne wprowadzenie do układu odzyskanego czynnika bez przeprowadzenia badań jakościowych i składu stwarza zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania urządzeń. **Procesem, który gwarantuje przywrócenie właściwego składu i parametrów roboczych odzyskanego czynnika chłodniczego jest regeneracja.**

Literatura

- [1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006
- [2] Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (Dz. U. z 2018 r. poz. 2221, z późn. zm.)
- [3] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2018 r. poz. 992, z późn. zm.)
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 grudnia 2014 r. w sprawie wzorów dokumentów stosowanych na potrzeby ewidencji odpadów (Dz. U. poz. 1973)
- [5] Opinia prawna dla Fundacji PROZON – Kancelaria Radcy Prawnego Urszula Jones - Urszula Owczarska KATENA S.C.
- [6] Norma ISO 11650:1999 Performance of refrigerant recovery and/or recycling equipment
- [7] PN-EN 378-4 Instalacje ziębnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 4: Obsługa, konserwacja, naprawa i odzysk
- [8] Czynniki zeotropowe w sprężarkowych układach chłodniczych — Zeotropic mixtures in compression refrigeration systems /Michał Pysz, Artur Bieniek, Łukasz MIKA // Chłodziwo; ISSN 0009-4919. — 2018 r. 53 nr 2, s. 30–35
- [9] Standard AHRI 700: Specifications for Refrigerants
- [10] Vademecum Odzysku Czynników Chłodniczych – Denis Clodic, Frédérique Sauer
- [11] Ocena wpływu składu czynnika R404A na parametry pracy obiegu chłodniczego - dr hab. inż. Jacek Kasperski, prof. PWr, dr inż. Bartosz Gil (Grudzień 2017)

PROZON Fundacja Ochrony Klimatu,
Warszawa, wrzesień 2019



PROZON

FUNDACJA OCHRONY KLIMATU

PROZON Fundacja Ochrony Klimatu
ul. Matuszewska 14, budynek B9 • 03-876 Warszawa
tel. +48 22 392 74 63 • prozon@prozon.org.pl
www.prozon.org.pl