



Postępowanie z czynnikami chłodniczymi

E-book dedykowany kwalifikacji ELE.03. i ELE.04.

- [Wprowadzenie](#)
- [Czynniki chłodnicze. Informacje ogólne](#)
- [Rodzaje czynników chłodniczych](#)
- [Najważniejsze czynniki chłodnicze](#)
 - [Naturalne czynniki chłodnicze](#)
 - [Syntetyczne czynniki chłodnicze](#)
- [Cykl życia czynników chłodniczych](#)
- [Dyrektywy oraz normy dotyczące napełniania i opróżniania czynników chłodniczych](#)
- [Netografia i bibliografia](#)



E-materiały do kształcenia zawodowego

Postępowanie z czynnikami chłodniczymi

ELE.03. Wykonywanie robót związanych z montażem instalacji i urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła, **ELE.04.** Eksploatacja i organizacja robót związanych z montażem instalacji i urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła – technik chłodnictwa i klimatyzacji 311929

Konsultant merytoryczny: Piotr Tokarz

E-materiał przygotowany zgodnie ze stanem prawnym obowiązującym na dzień 22.10.2023 r.

Spis treści

Czynniki chłodnicze. Informacje ogólne

Rodzaje czynników chłodniczych

Naturalne czynniki chłodnicze

Syntetyczne czynniki chłodnicze

Cykl życia czynników chłodniczych

Dyrektywy oraz normy dotyczące napełniania i opróżniania czynników chłodniczych

Netografia i bibliografia

Czynniki chłodnicze. Informacje ogólne

Czynniki chłodnicze (ziębniki) to płyny robocze, które ze względu na swoje właściwości termodynamiczne uczestniczą w procesie wymiany ciepła w układach chłodniczych.

Instalacja chłodnicza jest zamkniętym układem złożonym z urządzeń chłodniczych, m.in.: sprężarki, parownika, skraplacza i zestawu zaworów połączonych przewodami rurowymi. Wrząc w warunkach niskiego ciśnienia i niskiej temperatury, czynnik chłodniczy pobiera ciepło, które później zostaje oddane w trakcie skraplania pod wpływem wyższej temperatury i ciśnienia. W kolejnym etapie powietrze w układzie jest ochładzane, a następnie dystrybuowane przez jednostkę wewnętrzną instalacji, zapewniając optymalną temperaturę np. w komorze chłodniczej lub mroźni.

Najważniejsze cechy czynnika chłodniczego dobierane są pod kątem miejsca pracy urządzenia chłodzącego. Płyn roboczy może charakteryzować się niepalnością, niepodatnością na wybuchy, brakiem toksycznego wpływu czy odpornością na niskie temperatury. Poszczególne czynniki chłodnicze różnią się między sobą składem fizykochemicznym.

Jednym z kluczowych wymogów bezpieczeństwa pracy instalacji chłodniczej jest ograniczenie do niezbędnego minimum ilości czynnika roboczego zawartego w układzie.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Rodzaje czynników chłodniczych

Wśród czynników chłodniczych wyróżnia się kilka podstawowych grup: CFC, HCFC, HFC/HC/NH₃ oraz HFO. Unia Europejska prowadzi działania zmierzające do ograniczania emisji substancji niszczących warstwę ozonową oraz wywołujących tzw. efekt cieplarniany. Działania te polegają na ograniczaniu emisji i wycofywaniu substancji zubożających warstwę ozonową oraz ograniczaniu dostępności czynników chłodniczych z grupy gazów fluorowanych (tzw. F-gazów), które są gazami cieplarnianymi.

Zamiast szkodliwych chłodziw zaleca się stosowanie preparatów o bliskim zeru lub zerowym wpływie na warstwę ozonową. Najpopularniejsze ziębniki przedstawia poniższa tabela czynników chłodniczych.

Tab. 1. Podział czynników chłodniczych

Grupa czynników	Rodzaje czynników ODP	Potencjał niszczenia warstwy ozonowej
CFC	R-11, R-12, R-13, R-114, R-502, R-503	wysoki
HCFC	R-22, R-123, R-124, R-401A, R-403B, R-408A	niższy niż w przypadku CFC
HFC/HC/NH ₃	R-23, R-32, R-134a, R-152a, R-290, R-407c, R-407f, R-410A, R-600a	zerowy
HFO	R-1234yf, R-1234ze, R-448A, R449A, R-450A, R452A, R-513A	zerowy

Zgodnie z unijnym rozporządzeniem ograniczona została dostępność ziębników typu CFC i HCFC oraz urządzeń korzystających z gazów fluorowanych. Dotyczy to również popularnego czynnika chłodniczego R22.

Czynniki chłodnicze podlegają ocenie pod kątem wartości współczynnika GWP (Global Warming Potential) służącego do ilościowej oceny wpływu danej substancji na efekt cieplarniany. Wskaźnik ten porównuje ilość ciepła zatrzymanego przez określoną masę gazu do ilości ciepła zatrzymanego przez podobną masę dwutlenku węgla. Do związków o dużym GWP należą freony, np. dla freonu R-12 (CFC-12) wynosi on 10 600.

Wartość współczynnika GWP zależy od:

- stopnia absorpcji promieniowania podczerwonego przez daną substancję chemiczną,
- czasu życia danej substancji chemicznej w atmosferze.

Mimo ograniczeń i zaleceń w użyciu wciąż pozostają czynniki chłodnicze z grupy wodorofluorowęglowodorów (HFC), które są fluorowanymi gazami cieplarnianymi (f-gazami) o wysokim potencjale ocieplenia klimatu (GWP). Ze względu na ich negatywny wpływ na środowisko należy odzyskiwać je z urządzeń i prowadzić gospodarkę nimi w obiegu zamkniętym.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do filmu instruktażowego](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Naturalne czynniki chłodnicze

Amoniak (R717)

Amoniak to nieorganiczny związek chemiczny, łatwo rozpuszczalny w wodzie. Ma wysoką wartość termodynamiczną, co oznacza, że jest skutecznym czynnikiem chłodniczym. Ponadto amoniak rozpuszcza się w olejach mineralnych w niewielkich ilościach oraz nie reaguje z żelazem i jego stopami. Dlatego urządzenia, które wykorzystują ten naturalny czynnik chłodniczy, wykonuje się przede wszystkim ze stali.

W kontekście wykorzystywania amoniaku jako czynnika chłodniczego niezwykle istotna staje się kwestia bezpieczeństwa. W naturalnych warunkach amoniak jest bezbarwnym, trującym i trudnopalnym (temperatura jego zapłonu w powietrzu wynosi ok. 650°C) gazem o drażniącym zapachu. Charakteryzuje się także ostrym alkalicznym smakiem i wywołuje ostre łzawienie.

Warto również pamiętać, że jeżeli stężenie amoniaku w powietrzu osiągnie 15–28%, gaz ten stanie się wybuchowy, a zatem wyjątkowo niebezpieczny dla zdrowia i życia ludzkiego.

Pomimo potencjalnych zagrożeń wiążących się z wykorzystywaniem amoniaku zautomatyzowane instalacje chłodnicze zapewniają pełne bezpieczeństwo ludziom wykorzystującym go jako czynnik chłodniczy. Amoniak jest też bezpieczny dla środowiska – ma zerowy potencjał niszczenia warstwy ozonowej i w żaden sposób nie wpływa na zwiększenie efektu cieplarnianego.

Propan (R290)

Propan jest gazem palnym. Należy więc pamiętać, że jego mieszanina z powietrzem (o zawartości tlenu powyżej 12%) tworzy substancję wybuchową. Przy naturalnej koncentracji objętościowej tlenu w powietrzu (20,9%) dolna granica wybuchowości występuje przy koncentracji 2,1% propanu w powietrzu, a górna przy 9,5%. Jeśli więc w mieszaninie powietrza z propanem koncentracja propanu wyniesie od 2,1% do 9,5%, powstanie mieszanina palna o dużej szybkości rozprzestrzeniania się ognia, która w wyniku zapłonu stanie się kulistą masą ognia. W pomieszczeniach zamkniętych może to doprowadzić do eksplozji. Powstanie mieszaniny wybuchowej nie zawsze wiąże się z jej zapaleniem czy

wybuchem. Aby takie zjawisko zaistniało, musi wystąpić czynnik inicjujący, który dostarczy niezbędnej energii do zapoczątkowania reakcji wybuchowej.

Do czynników, które mogą zainicjować reakcję wybuchową, należą:

- powierzchnia nagrzana do wysokiej temperatury (powyżej 470°C);
- iskra z obwodu elektrycznego;
- wyładowania atmosferyczne lub elektrostatyczne,
- iskra mechaniczna;
- otwarty płomień.

Zgodnie z § 4 rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 8.07.2010 r., aby nie dopuścić do wybuchu, należy:

- zapobiegać tworzeniu się atmosfery wybuchowej;
- zapobiegać wystąpieniu zapłonu atmosfery wybuchowej;
- ograniczyć szkodliwe efekty wybuchu.

Wykorzystywanie propanu jako naturalnego czynnika chłodniczego wymaga ścisłego przestrzegania norm prawnych, szczególnie podczas napełniania nim instalacji chłodniczej w ilości przekraczającej 150 g. Istnieją specjalne wytyczne użytkowania propanu zawarte w Normie Europejskiej PN-EN 378.

Pomimo wybuchowości propan ma szereg zalet, które czynią z niego bardzo dobry czynnik chłodniczy. Gaz ten nie jest praktycznie wrażliwy na wilgoć i ma małe wartości sprężu, co pozwala osiągnąć niewielką temperaturę parowania w jednym stopniu sprężania.

Ponieważ jest substancją organiczną (węglowodorem), nie wpływa niszcząco na warstwę ozonową i ma znikomy potencjał tworzenia efektu cieplarnianego.

Ponadto propan może być używany w instalacjach chłodniczych wykonanych z różnego typu materiałów. Wykorzystuje się go w małych, zwartych układach o niewielkim napełnieniu czynnikiem chłodniczym, jak domowe urządzenia klimatyzacyjne i pompy ciepła. Ponadto coraz częściej używa się go w instalacjach handlowych i w agregatach do chłodzenia cieczy.

Izobutan (R600a)

Izobutan jest jednym z najstarszych ciągle wykorzystywanych czynników chłodniczych. Używa się go w domowych i przemysłowych urządzeniach chłodniczych, ponieważ wykazuje niski potencjał GWP. Podobnie jak propan, z powodu wysokiej palności wymaga

specjalistycznego serwisowania oraz instalacji zgodnych z wymaganiami dla palnych czynników chłodniczych.

Izobutan ma zdolność do tworzenia roztworów z olejami mineralnymi, co stanowi jego główną zaletę. Ponadto gaz ten nie ma negatywnego wpływu na warstwę ozonową Ziemi. Nie powoduje również w sposób bezpośredni efektu cieplarnianego. Dlatego perspektywy jego wykorzystania w przyszłości, szczególnie w niewielkich instalacjach chłodniczych, są duże.

Dwutlenek węgla (R744)

Dwutlenek węgla wykorzystywany jest w chłodnictwie jako tzw. suchy lód oraz płyn roboczy w parowych urządzeniach chłodniczych.

Obecnie dwutlenek węgla jest bardzo chętnie stosowany w technikach chłodniczych (jako płyn), gdyż ma bardzo wysokie własności termodynamiczne. Ponadto bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie i nie jest agresywny wobec metali, z których konstruowane są najczęściej instalacje chłodnicze.

Jednak pod względem wytwarzanych podczas obiegu czynnika w instalacji chłodniczej tzw. ciśnień roboczych bezwonny dwutlenek węgla okazuje się być niekorzystnym czynnikiem chłodniczym.

Co istotne, dwutlenek węgla jest substancją niepalną oraz niewybuchową. Jednak cechuje go niewielka różnica pomiędzy stężeniem niegroźnym dla człowieka a stężeniem bezpośrednio zagrażającym życiu i zdrowiu.

Śmiertelne stężenie dwutlenku węgla wynosi zaledwie ok. 8%. W przypadku stężenia w atmosferze powietrza wynoszącego 2–4% gaz ten pozostaje niegroźny dla zdrowia i życia

Charakterystyka podstawowych własności czynników naturalnych

Tab. 2. Charakterystyka podstawowych własności najważniejszych czynników naturalnych

Własności	R717	R290	R600a	R744
Wzór chemiczny	NH_3	C_3H_8	$(CH_3)_3CH$	CO_2

Własności	R717	R290	R600a	R744
Masa cząsteczkowa $\left[\frac{kg}{kmol} \right]$	17,031	44,10	58,134	44,011
Temperatura krytyczna $[^{\circ}C]$	132,4	96,82	134,99	31,05
Ciśnienie krytyczne $[bar]$	112,9	42,56	36,477	73,771
Gęstość krytyczna $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$	235,0	220,0	221,1	467,9
Temperatura punktu potrójnego $[^{\circ}C]$	-77,7	-85,47	-159,75	5,18
Normalna temperatura wrzenia $[^{\circ}C]$	-33,35	-42,9	-12,29	-56,5
Objętościowa wydajność chłodnicza ($t_0 = -15^{\circ}C$, $t_k = +30^{\circ}C$) $\left[\frac{kJ}{m^3} \right]$	2168	1816	668,1	7898
Spręż. p_0/p_k ($t_0 = -15^{\circ}C$, $t_k = +30^{\circ}C$)	4,95	3,70	4,44	3,15
Wykładnik izentropy pary nasyconej w normalnej temperaturze wrzenia	1,320	1,137	1,127	1,286**
Wskaźnik ODP	0,00	0,00	0,00	0,00
Wskaźnik GWP	0,00	0,00	3,00	1,00
Zakres palności w powietrzu (1 bar) [%]	15-30,8	2,2-8,5	1,9-10	-
Stosunek gęstości pary suchej nasyconej przy ciśnieniu 1 bar do gęstości powietrza $\left(\rho_p = 1,2 \frac{kg}{m^3} \right)$	0,73	2,00	2,33	51,03**
**) W temperaturze $-15^{\circ}C$				

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Syntetyczne czynniki chłodnicze

Czynnik R22

Czynnik ten należy do grupy czynników HCFC. Co istotne, grupa ta została oficjalnie wycofana z użytkowania w najnowszych i najnowocześniejszych instalacjach chłodniczych.

R22 dobrze rozpuszcza się w wodzie, co stanowi wyjątek w stosunku do pozostałych syntetycznych czynników chłodniczych. Ponadto R22 jest płynem charakteryzującym się słabą rozpuszczalnością w olejach mineralnych w ściśle ustalonym zakresie temperatur oraz ciśnień.

Czynnik ten jest zasadniczo substancją niepalną i niewybuchową. Jednak po wymieszaniu z powietrzem może ulec zapłonowi, ale dopiero w temperaturze 632°C.

R22 nie wchodzi w szkodliwe reakcje z większością metali, z których konstruowane są instalacje chłodnicze. Szkodliwe oddziaływanie R22 zaobserwowano jedynie po zetknięciu z magnezem oraz różnymi tworzywami sztucznymi.

Czynnik ten jest również stabilny termicznie. Do jego rozkładu dość może dopiero w temperaturze ok. 550°C przy katalitycznym oddziaływaniu żelaza.

Czynnik R134a

Czynnik ten jest jedną z najpopularniejszych substancji wykorzystywanych w niewielkich domowych i handlowych instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych. Bardzo często stosuje się go również w klimatyzatorach samochodowych.

R134a w bardzo niewielkim stopniu tworzy roztwory z olejami mineralnymi oraz alkilobenzenowymi.

Co istotne, czynnik ten reaguje z metalami takimi jak: cynk, magnez, ołów i niektórymi stopami aluminium (zawierającymi w swym składzie chemicznym powyżej 2% magnezu). Nie należy również łączyć R134a z większością tworzyw sztucznych, m.in. z PCV, kauczukiem izoprenowym czy poliamidem.

Czynnik R134a w normalnych warunkach użytkowych jest substancją niepalną i niewybuchową. Jednak w warunkach bardzo wysokiego ciśnienia i stężenia 60% powietrza staje się on mieszaniną wybuchową. Dlatego podczas prób ciśnieniowych dla instalacji chłodniczych wykorzystując ten czynnik, nie stosuje się tlenu ani powietrza.

Warto zauważyć, że R134a charakteryzuje się bardzo dużą przenikalnością, dlatego instalacje wykorzystujące go muszą być bardzo szczelne.

Czynnik ten jest wyjątkowo stabilny termicznie, ponadto nie wykazuje działania szkodliwego dla człowieka. Jednak długotrwałe wdychanie go może powodować arytmie serca, podrażnienie błon śluzowych czy efekty narkotyczne.

Czynnik R277

Wykorzystywany jest głównie w urządzeniach chłodniczych charakteryzujących się wysoką temperaturą skraplania, np. w pompach ciepła.

R277 w praktycznie zerowym stopniu tworzy roztwory z olejami mineralnymi oraz alkilobenzenowymi. Nie reaguje również ze zdecydowaną większością metali, poza cynkiem, magnezem, ołowiem oraz niektórymi stopami aluminium (mającymi w swym składzie chemicznym powyżej 2% magnezu).

Czynnik ten jest niepalny i niewybuchowy we wszystkich warunkach stężenia powietrza. Nie jest również toksyczny ani niebezpieczny dla człowieka. Charakteryzuje się jednak znaczną przenikalnością, dlatego instalacje wykorzystujące go muszą być bardzo szczelne.

Czynnik R410A

Używany jest głównie w klimatyzatorach domowych, przemysłowych i handlowych oraz w pompach ciepła.

R410A to roztwór dwuskładnikowy (składa się z substancji jednorodnych R32 i R125 w proporcjach pół na pół) i jest zaliczany do roztworów zeotropowych.

Czynnik ten jest substancją niepalną, jednak przy odpowiednich warunkach (podwyższone ciśnienie oraz obecność powietrza) staje się mieszaniną wybuchową. Co istotne, R410A ma

zadowalającą zdolność do tworzenia roztworów z olejami poliestrowymi, zaś słabą z olejami mineralnymi.

R410A nie jest toksyczny ani niebezpieczny. Jego dopuszczalna dawka, która może oddziaływać na człowieka, nie powodując uszczerbku na zdrowiu podczas normalnej pracy (pięć dni w tygodniu po osiem godzin) wynosi 1000 pmm. Długotrwałe wdychanie tego czynnika może powodować podrażnienie dróg oddechowych. W bezpośrednim kontakcie z oczami oraz skórą czynnik ten może wywołać stany zapalne.

Czynnik R507

Czynnik ten to azeotropowa mieszanina substancji R143a oraz R125. Proporcje tej mieszaniny wynoszą wagowo 50% do 50%. Stosuje się go w najnowocześniejszych instalacjach chłodniczych, m.in. ładach i komorach chłodniczych, urządzeniach klimatyzacyjnych, transporcie chłodniczym czy w automatach do produkcji lodów.

Czynnik R507 nie reaguje ze zdecydowaną większością metali, poza cynkiem, magnezem, ołowiem oraz niektórymi stopami aluminium (mającymi w swym składzie chemicznym powyżej 2% magnezu).

Czynnik R507 ma wydajność chłodniczą objętościową zbliżoną do czynnika R22 oraz niską temperaturę końca sprężania podobną do tej, którą charakteryzuje się czynnik R502.

R507 jest substancją niepalną i niewybuchową. Nie jest również toksyczny i niebezpieczny dla człowieka.

Charakterystyka podstawowych własności czynników syntetycznych

Tab. 3. Charakterystyka podstawowych własności najważniejszych czynników syntetycznych

Własności	R22	R134a	R227	
Wzór chemiczny	CHF_2Cl	CH_2FCF_3	$CF_3CHF_2CF_3$	CH_2
Masa cząsteczkowa $\left[\frac{kg}{kmol} \right]$	86,5	102,03	170,03	72,6
Temperatura krytyczna $[^{\circ}C]$	96,0	101,15	101,78	71,8

Własności	R22	R134a	R227	
Ciśnienie krytyczne [bar]	49,774	40,64	29,3	48,9
Gęstość krytyczna $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	524,764	508,6	582,0	487,0
Temperatura punktu potrójnego $[^{\circ}C]$	-160,0	-26,4	-16,5	-
Normalna temperatura wrzenia $[^{\circ}C]$	-41,08	-101	-131	-51,0
Objętościowa wydajność chłodnicza ($t_0 = -15^{\circ}C$, $t_k = +30^{\circ}C$) $\left[\frac{kJ}{m^3}\right]$	2096	1240	719,1	3097
Spręż. p_0/p_k ($t_0 = -15^{\circ}C$, $t_k = +30^{\circ}C$)	4,04	4,66	4,91	3,94
Wykładnik izentropy pary nasyconej w normalnej temperaturze wrzenia	1,194	1,149	1,100	-
Wskaźnik ODP	0,055	0,00	0,00	0,00
Wskaźnik GWP	1700	1300	3300	1819
Zakres palności w powietrzu (1 bar) [%]	niepalne i niewybuchowe			
Stosunek gęstości pary suchej nasyconej przy ciśnieniu 1 bar do gęstości powietrza ($\rho_p = 1,2 \frac{kg}{m^3}$)	3,89	4,39	6,98	3,40

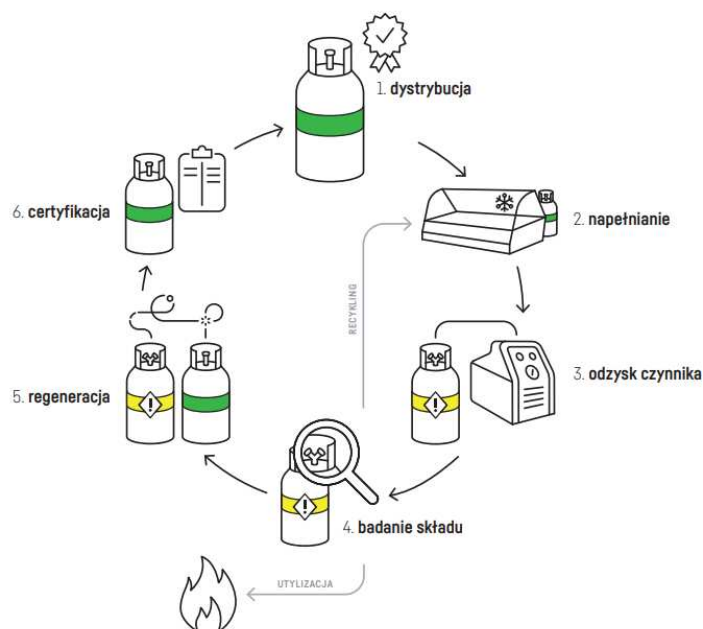
[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Cykl życia czynników chłodniczych

Mimo zaleceń najczęściej wykorzystywane obecnie czynniki chłodnicze wciąż należą do grupy wodorofluorowęglowodorów (HFC). Są one fluorowanymi gazami cieplarnianymi (tzw. f-gazami) i charakteryzują się podwyższonym potencjałem stałego ocieplania klimatu (GWP – Global Warming Potential). Do fluorowanych gazów cieplarnianych zalicza się również perfluorowęglowodory (PFC) i heksafluorek siarki (SF6).

Z powodu negatywnego wpływu na środowisko naturalne wymienionych substancji istnieje ścisły nakaz możliwie najskuteczniejszego ich odzysku z różnego typu urządzeń chłodniczych i przemysłowych oraz prowadzenia gospodarki chłodniczej w tzw. obiegu zamkniętym. Obieg ten przedstawia poniższy schemat.



Rys. 1. Zamknięty cykl życia czynników chłodniczych

Źródło: Prozon. Fundacja ochrony klimatu, *Podręcznik postępowania z odzyskanymi czynnikami chłodniczymi*, dostępny w internecie: https://ichp.lukasiewicz.gov.pl/wp-content/uploads/2021/09/PODRECZNIK_UAKTUALNIENIE_net.pdf, licencja: CC BY 3.0.

W gospodarce czynnikami chłodniczymi bardzo istotne są trzy procesy: wykonanie próby próżniowej, napełnienie czynnika chłodniczego oraz opróżnianie i odzysk czynnika chłodniczego.

Należy pamiętać, że napełnianie czynnika chłodniczego musi być wykonywane przez osoby przeszkolone, posiadające wiedzę na temat właściwego obsługiwanie i manipulowania substancjami chłodniczymi. W przypadku systemów chłodniczych lub klimatyzacyjnych, które wymagają napełnienia czynnika chłodniczego, zazwyczaj konieczne jest skontaktowanie się z wykwalifikowanym technikiem HVAC (ang. Heating, Ventilation, Air Conditioning).

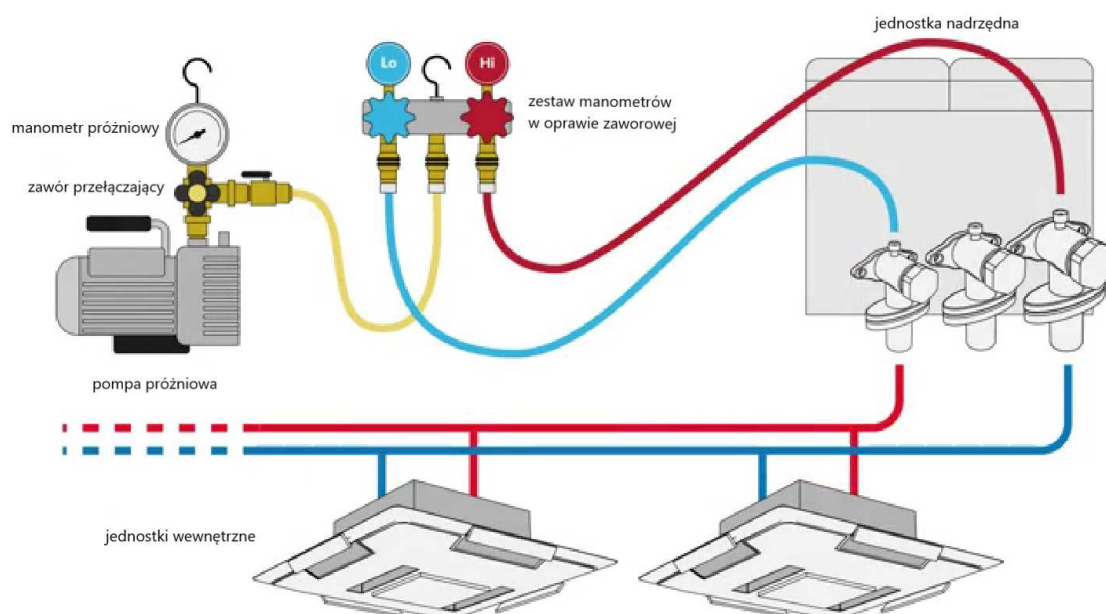
Uwaga! Wszelkie czynności związane z gospodarką czynnikiem chłodniczym należy wykonywać z użyciem środków ochrony osobistej, czyli rękawic, okularów ochronnych oraz ubrania roboczego.

Próba próżniowa

Próbę próżniową układu chłodniczego wykonuje się, aby sprawdzić szczelność instalacji oraz usunąć z niej wilgoć. Woda może uszkodzić sprężarkę albo zamarzać w tych miejscach układu, gdzie panuje ujemna temperatura (np. podczas rozprężania). Aby usunąć ją z instalacji, należy wytworzyć podciśnienie o wartości co najmniej -1 bar.

Podczas próby próżniowej należy wykonać kolejno następujące czynności:

1. Podłączyć zestaw manometrów, manometr próżniowy oraz pompę próżniową.
2. Otworzyć zawory zestawu manometrów i manometru próżniowego oraz włączyć pompę próżniową.
3. Za pomocą pompy próżniowej wytworzyć i utrzymać próżnię przy wartości ciśnienia na manometrze próżniowym: -1 bar. Po osiągnięciu tych wartości pompa powinna pracować mniej więcej przez godzinę.
4. Zamknąć zawór manometru próżniowego (zawory manometrów wysokiego i niskiego ciśnienia pozostają otwarte) i zatrzymać pracę pompy.
5. Pozostawić układ w tym stanie na godzinę, po czym sprawdzić wartość ciśnienia na manometrze próżniowym. Wzrost ciśnienia oznacza obecność wycieku. Należy wykonać niezbędne czynności w celu wykrycia wycieku, następnie usunąć jego źródło i ponownie wytworzyć próżnię w układzie.
6. Po upewnieniu się, że układ jest szczelny, całkowicie zamknąć zawory manometrów ciśnieniowych i manometru próżniowego. Proces osuszania próżniowego został zakończony. Należy teraz całkowicie zamknąć zawór manometru próżniowego.



Rys. 2. Wykonanie próby próżniowej

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Napełnianie czynnika chłodniczego

Napełnianie to proces dodawania lub uzupełniania czynnika chłodniczego w instalacji chłodniczej lub klimatyzacyjnej.

Pierwszym krokiem podczas napełniania czynników chłodniczych jest określenie rodzaju czynnika chłodniczego, który wykorzystywany jest w danym układzie chłodzenia lub klimatyzacji. Ważne jest, żeby używać odpowiedniego zbiornika, zgodnego z wymaganiami danego systemu. Następnie technik HVAC dokonuje oceny ilości czynnika chłodniczego, która musi zostać umieszczona lub uzupełniona w systemie. W tym celu konieczne jest przeprowadzenie niezbędnych pomiarów oraz obliczeń, a także diagnoza ewentualnych wycieków czynnika z układu chłodzenia.

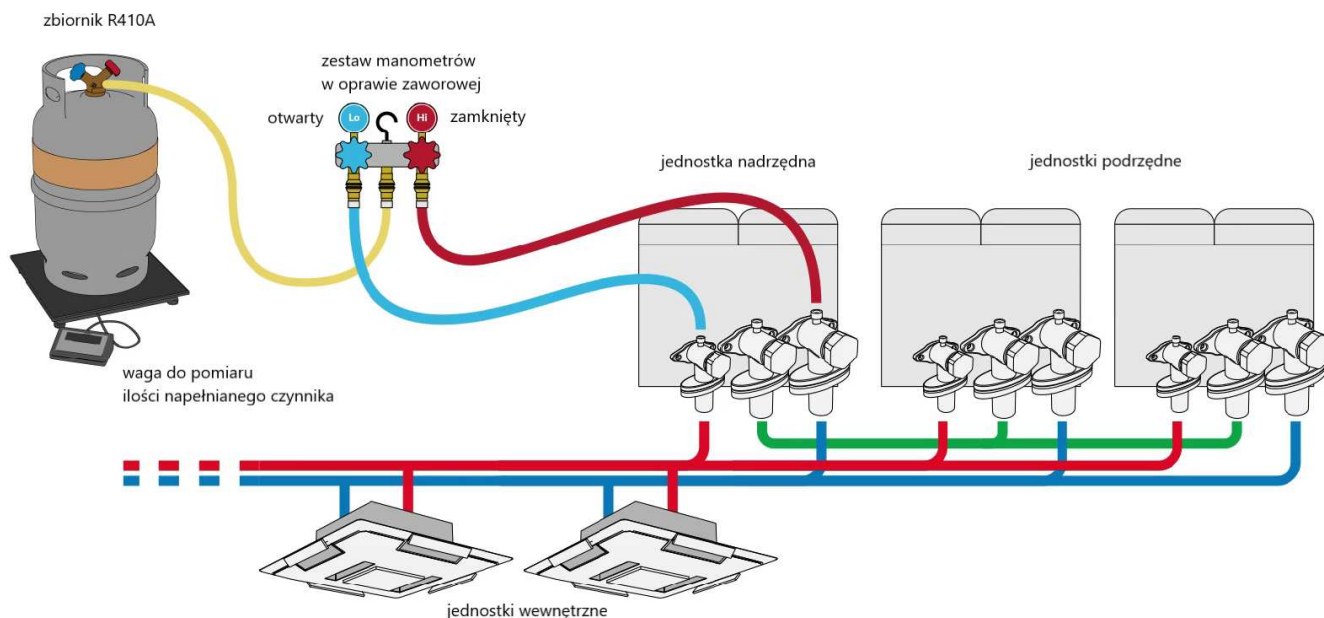
Jeśli układ chłodniczy jest szczelny, można rozpocząć jego napełnianie. Potrzebne będą do tego: stacja manometrów, pompa próżniowa, zbiornik z czynnikiem chłodniczym, waga chłodnicza.

Podczas napełniania instalacji czynnikiem chłodniczym należy wykonać kolejno następujące czynności:

1. Zamontować stację manometrów w odpowiednim miejscu układu chłodniczego – wąż czerwony podłączyć po stronie wysokiego ciśnienia, czyli za sprężarką, a wąż niebieski

po stronie ssącej sprężarki.

2. Ustawić zbiornik czynnika chłodniczego na wadze i wyzerować wskaźnik. Połączyć zbiornik ze stacją manometrów żółtym węzłem.
3. Powoli napełniać układ chłodniczy do wymaganej ilości czynnika zgodnie ze wskazaniami wagi oraz instrukcją obsługi.



Rys. 3. Napełnianie czynnikiem chłodniczym

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Opróżnianie i odzysk czynnika chłodniczego

Opróżnianie to proces usuwania czynnika chłodniczego z instalacji chłodniczej lub klimatyzacyjnej, przeprowadzany zazwyczaj przed ich konserwacją, naprawą lub całkowitym demontażem. Warto pamiętać, że nieumiejętne usunięcie czynników chłodniczych może doprowadzić do wycieków i negatywnego wpływu na warstwę ozonową Ziemi.

Opróżnianie czynników chłodniczych należy przeprowadzać zgodnie z przepisami i normami obowiązującymi w danym kraju. Proces ten jest zwykle wykonywany przez wykwalifikowanych techników chłodnictwa, którzy zostali odpowiednio przeszkoleni i uzyskali potwierdzające ten fakt certyfikaty.

Aby prawidłowo przeprowadzić proces opróżnienia instalacji i odzysku czynnika chłodniczego, należy przygotować odpowiedni sprzęt:

- stację do odzysku wyposażoną w pompę próżniową,

- dwuzaworową butlę na odzyskany czynnik chłodniczy,
- węże przyłączeniowe zakończone zaworami kulowymi,
- stację manometrów.

Proces opróżniania czynnika chłodniczego składa się z dwóch etapów.

Etap pierwszy. Podłączenie przewodów

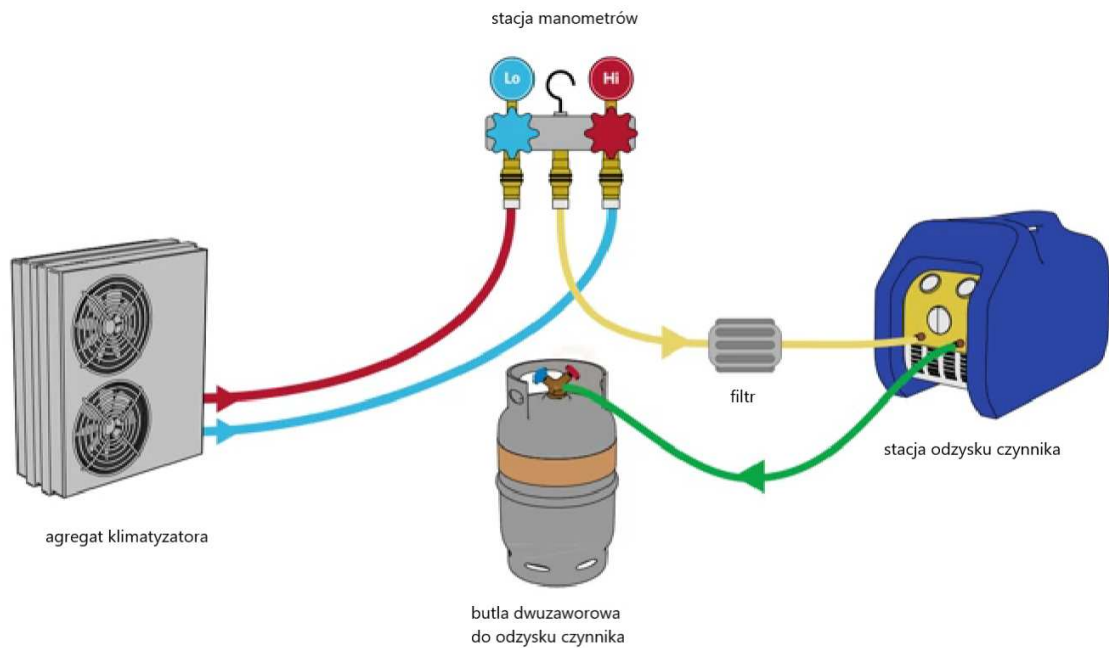
Należy wykonać następujące czynności:

1. Podłączyć węże pomiędzy zaworami jednostki zewnętrznej a manometrami: wąż parowy do manometru niskiego ciśnienia, a wąż cieczowy do manometru wysokiego ciśnienia.
2. Połączyć manometr z króćcem wlotowym stacji odzysku, umieszczając pomiędzy nimi filtr w kierunku zgodnym z kierunkiem przepływu czynnika.
3. Połączyć wylot stacji odzysku z butlą. Podłączyć wąż do czerwonego zaworu cieczowego.

Etap drugi. Odzysk czynnika Należy wykonać następujące czynności:

1. Otworzyć zawór cieczowy w butli (zawór czerwony).
2. Ustawić stację odzysku w pozycję *recover*. Następnie otworzyć kolejno zawór wylotowy, zawór wlotowy i zawór cieczowy manometrów – ciecz zostanie usunięta z układu.
3. Otworzyć zawór gazowy manometrów.
4. Uruchomić stację odzysku. Nastąpi dalszy odzysk czynnika przy użyciu sprężarki stacji odzysku. Przez kilka, kilkanaście minut będzie można obserwować na manometrach spadający poziom czynnika.
5. Po osiągnięciu ciśnienia w granicach od 0 do 1 bara należy zakręcić zawory i wyłączyć stację odzysku.

Podczas opróżniania instalacji z czynnika chłodniczego należy przestrzegać ścisłych zasad bezpieczeństwa. Ważne jest również zapewnienie prawidłowego składowania i utylizacji zużytych czynników chłodniczych, zgodnie z obowiązującymi przepisami środowiskowymi.



Rys. 4. Opróżnianie czynnika chłodniczego

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do filmu instruktażowego](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Dyrektywy oraz normy dotyczące napełniania i opróżniania czynników chłodniczych

Technik HVAC, aby prawidłowo wykonywać swoją pracę, powinien znać najważniejsze dyrektywy oraz normy unijne stosowane podczas użytkowania technologii grzewczych i chłodniczych. Są to m.in.: dyrektywa w sprawie urządzeń ciśnieniowych (Pressure Equipment Directive), 2014/68/UE, Norma wieloczęściowa EN 378 oraz rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014.

Dyrektywa w sprawie urządzeń ciśnieniowych (Pressure Equipment Directive), 2014/68/UE

Dyrektywa w sprawie urządzeń ciśnieniowych (Pressure Equipment Directive), 2014/68/UE. Dotyczy ona przede wszystkim produkcji, projektowania oraz oceny zgodności stacjonarnych urządzeń ciśnieniowych o maksymalnym dopuszczalnym ciśnieniu nieprzekraczającym 0,5 bara. W dyrektywie znajduje się również ścisła definicja urządzenia ciśnieniowego. Warto pamiętać, że w instalacjach, których przynajmniej część stanowią obiegi chłodnicze i grzewcze, zainstalowanych jest wiele urządzeń, które podlegają dyrektywie w sprawie urządzeń ciśnieniowych. Są to m.in. sprężarki, wymienniki ciepła oraz tzw. osprzęt zabezpieczający (np. zawory bezpieczeństwa czy sterowane układy bezpieczeństwa do zrzutu ciśnienia). Dyrektywa w sprawie urządzeń ciśnieniowych ściśle określa również, jak prawidłowo wykonywać pomiar ciśnienia (nazywając je ciśnieniem manometrycznym). Definiuje także najwyższe dopuszczalne ciśnienie dla danego nowo zaprojektowanego urządzenia ciśnieniowego.

Norma wieloczęściowa EN 378

Norma wieloczęściowa EN 378 (Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements), której pełna nazwa tłumaczona jest na język polski jako Instalacje chłodnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska, dotyczy przede wszystkim wymagań bezpieczeństwa i ochrony środowiska, które należy spełnić podczas projektowania, produkcji, montażu, a następnie samej eksploatacji, konserwacji i naprawy, a także likwidacji instalacji chłodniczych.

Norma ta ma na celu minimalizację wszelkich zagrożeń dla osób fizycznych i ich mienia oraz dla środowiska naturalnego wynikających bezpośrednio z użytkowania czynników i instalacji chłodniczych.

Warto pamiętać, że zagrożenia te wynikają przede wszystkim z niebezpiecznych właściwości fizycznych i chemicznych czynników chłodniczych oraz z potencjalnie wysokich ciśnień i temperatur, które mogą występować w instalacjach chłodniczych.

Norma wieloczęściowa EN 378 jest najważniejszym dokumentem prawnym, który normalizuje oraz reguluje podstawowe kwestie dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska w instalacjach chłodniczych oraz w pompach ciepła. Dlatego każda osoba zajmująca się profesjonalnie chłodnictwem i klimatyzacją powinna dokładnie zapoznać się z czterema częściami tego dokumentu:

Część 1.

Część 1 (PN-EN 378-1:2017-03) normalizuje wszelkie wymagania podstawowe (w tym definicje, klasyfikacje) dotyczące instalacji chłodniczych. Najważniejszym fragmentem części pierwszej normy wieloczęściowej EN 378 jest Załącznik E. Zawiera on klasyfikację bezpieczeństwa oraz najważniejsze informacje o czynnikach chłodniczych, takie jak m.in. ich oznaczenie, masa cząsteczkowa, granice palności czy temperatura wrzenia.

Część 2.

Część 3.

Część 4.

Norma wieloczęściowa EN 378 musi być zawsze stosowana podczas obliczania dopuszczalnego napełnienia danej instalacji czynnikiem chłodniczym. Należy pamiętać, że wiele substancji będących czynnikami chłodniczymi staje się w odpowiednich warunkach palne oraz wybuchowe. Dlatego ilość czynnika chłodniczego znajdującego się w obiegu instalacji wydaje się być kluczowa dla ogólnego bezpieczeństwa.

Według normy wieloczęściowej EN 378 dopuszczalna ilość czynnika chłodniczego obliczana jest na podstawie specjalnego algorytmu, opartego na czterech kluczowych parametrach, są to:

Dostęp do pomieszczenia, gdzie zamontowana jest instalacja chłodnicza

Istnieją trzy kategorie dostępu do pomieszczenia, gdzie zamontowana jest instalacja chłodnicza. Najniższa, kategoria a, odnosi się do pomieszczeń tzw. ogólnego dostępu, które nie posiadają ograniczenia liczby przebywających w nich osób. Są to np. sklepy,

szkoły, hotele. Kategoria b dotyczy pomieszczeń przeznaczonych dla ściśle określonej liczby osób (osoby te powinny być przeszkolone i przygotowane do przebywania w takim pomieszczeniu). Są to np. laboratoria czy warsztaty produkcyjne. Najbardziej restrykcyjna kategoria c odnosi się do pomieszczeń, gdzie przebywać mogą wyłącznie osoby uprawnione i gruntownie przeszkolone. Są to np. rzeźnie, mleczarnie, fabryki chemiczne i inne przestrzenie tzw. wrażliwej produkcji żywności lub groźnych chemikaliów.

Rodzaj zamontowanej instalacji chłodniczej

Bezpieczeństwo wykorzystywanego w danej instalacji czynnika chłodniczego

Dokładna lokalizacja instalacji

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014

Podczas napełniania, opróżniania i gospodarowania czynnikami chłodniczymi jednym z najważniejszych aspektów jest szeroko pojęte bezpieczeństwo. Instalatorzy, serwisanci oraz użytkownicy wszelkich urządzeń chłodniczych oraz grzewczych powinni mieć świadomość, że praca z czynnikami chłodniczymi niesie za sobą wiele zagrożeń. W celu prawnej normalizacji sposobu postępowania z czynnikami chłodniczymi 1 stycznia 2015 roku weszło w życie rozporządzenie dotyczące fluorowanych gazów cieplarnianych. Mowa tu o rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014. Głównym zadaniem tego aktu prawnego jest wyraźne ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Ponadto na jego kartach znajdują się punkty odnoszące się bezpośrednio do bezpieczeństwa stosowania czynników chłodniczych. W paragrafie szóstym tego rozporządzenia wskazano:

“ Aby zachęcić do korzystania z technologii mających zerowy lub niewielki wpływ na klimat, szkolenie osób fizycznych, które wykonują czynności związane z fluorowanymi gazami cieplarnianymi, powinno obejmować informacje dotyczące technologii służących zastąpieniu i zmniejszeniu stosowania fluorowanych gazów cieplarnianych. W związku z tym, że niektóre rozwiązania alternatywne wobec fluorowanych gazów cieplarnianych, stosowane w produktach i urządzeniach jako substytuty fluorowanych gazów cieplarnianych i w celu zmniejszania ich zużycia, mogą być toksyczne, łatwopalne lub znajdować się pod wysokim ciśnieniem, Komisja powinna

przeanalizować obowiązujące prawodawstwo Unii dotyczące szkolenia osób fizycznych w zakresie bezpiecznego obchodzenia się z alternatywnymi czynnikami chłodniczymi i powinna przekazać, w stosownym przypadku, Parlamentowi Europejskiemu i Radzie wniosek ustawodawczy mający na celu zmianę odpowiedniego prawodawstwa Unii.

15 maja 2015 r. wszedł w życie polski akt prawny, który doprecyzował rozporządzenie unijne. Jest to ustawa o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (Dz. U. z 2018 r. poz. 2221 ze zm.).

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do filmu instruktażowego](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Netografia i bibliografia

Netografia

1. Chłodnictwo i klimatyzacja, <https://www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl> (dostęp: 13.01.2023).
2. Klimatyzacja, <https://www.klimatyzacja.pl> (dostęp: 13.01.2023).
3. Prozon. Fundacja ochrony klimatu, *Podręcznik postępowania z odzyskanymi czynnikami chłodniczymi*, https://ichp.lukasiewicz.gov.pl/wp-content/uploads/2021/09/PODRECZNIK_UAKTUALNIENIE_net.pdf, plik w języku polskim, 864 kB (dostęp: 19.10.2023).

Bibliografia

1. Bonca Z. (red.), *Amoniakalne urządzenia chłodnicze. Podstawy teoretyczne. Budowa. Działanie*, t. 1, MASTA, Gdańsk 2000.
2. Nowacki B., *Regulacja wydajności układów sprężarkowych. Sprężarki śrubowe*, cz. 1 i 2, „Chłodnictwo i Klimatyzacja” 2013/4.
3. Szolc T., *Chłodnictwo*, WSiP, Warszawa 1989.
4. *Technika chłodnicza dla praktyków. Sprężarki chłodnicze, budowa i zastosowanie*, praca zbiorowa, Poznań 2014.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)