



## Przedstawienie budowy i zasady działania kondensacyjnego sprężarkowego osuszacza powietrza, oraz przegląd istniejących rozwiązań

J. Kaczmarek<sup>a</sup>, T. Tański<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Student Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny  
e-mail: kuba.kaczmarek@o2.pl

<sup>b</sup> Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Technologii Procesów Materiałowych, Zarządzania i Technik Komputerowych w Materiałoznawstwie  
email: tomasz.tanski@polsl.pl

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono budowę oraz zasadę działania kondensacyjnego sprężarkowego osuszacza powietrza. Szczególną uwagę zwrócono na znaczenie optymalnego poziomu wilgotności względnej ( $R_h$ ) w zamkniętych pomieszczeniach. Dokonano przeglądu rynkowego w kategorii kondensacyjnych osuszaczy powietrza, oraz zaproponowano listę aplikacji dla sprężarkowych osuszaczy powietrza.

**Abstract:** This publication will show construction basics, and work principle of compressor type dehumidifier. Also it will be explained how important is to keep optimal relative humidity ( $R_h$ ) level indoor. There is a look through existing solutions and types of compressor-dehumidifiers. Afterwards possible use of dehumidifiers will be shown.

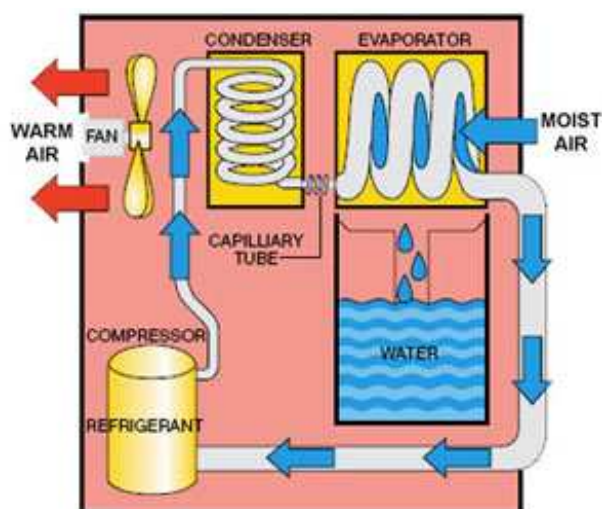
**Słowa kluczowe:** osuszacz powietrza, pochłaniacz wilgoci, wilgotność

### 1. WPROWADZENIE

Zapewnienie optymalnej wilgotności w pomieszczeniach zamkniętych stanowi bardzo istotny czynnik wpływający na jakość życia, czy sposób funkcjonowania sprzętu elektrycznego. Zbyt niski (30÷25% lub mniej) lub wysoki (65% i więcej) poziom wilgotności w kontekście oddziaływania na organizm może powodować wysuszenie się śluzówki, czy dolegliwości związane z układem oddechowym. Warunki wysokiego  $R_h$  sprzyjają rozwojowi bakterii i grzybów, czy szybszego zużycia sprzętu elektronicznego – np. w postaci korozji styków. Niski poziom wilgotności niekorzystnie wpływa na zabudowę drewnianą oraz sprzęt elektryczny. Niska wilgotność sprzyja gromadzeniu się dużej ilości ładunków elektrostatycznych co może w konsekwencji doprowadzić do uszkodzenia sprzętu elektronicznego – przeskok ładunku [1÷3]. Optymalnym poziomem wilgotności sprzyjającym organizmowi ludzkiemu a także wyposażeniu użytku codziennego jest poziom 45÷50%  $R_h$ . Osiągnięcie i utrzymanie innego poziomu wilgotności, wyższego lub niższego może być konieczne aby spełnić specyficzne wymagania magazynowania lub stworzenia optymalnego środowiska pracy, np. podczas przechowywania leków czy na plantacjach roślin.

## 2. ZASADA DZIAŁANIA SPRĘŻARKOWEGO OSUSZACZA KONDENSACYJNEGO, ORAZ PODSTAWOWE CECHY KONSTRUKCYJNE

Zawilgocone powietrze przedmuchiwane jest za pomocą wentylatora przez skraplacz i parownik urządzenia. Sprężarkowy układ chłodniczy urządzenia doprowadza do schłodzenia parownika. Na schłodzonym do punktu rosy (ok. 1°C) parowniku osadza się wilgoć, która ścieka do zbiornika na skropliny lub bezpośrednio odprowadzana jest do kanalizacji. Aby zapobiec zamrożeniu parownika stosuje się różne systemy jego odszraniania, np. sterowany elektronicznym układem system przedmuchu ciepłym gazem, rozmrażający parownik gdy dojdzie do jego nadmiernego schłodzenia [2]. Zasadę działania zobrazowano na rysunku 1 [3].

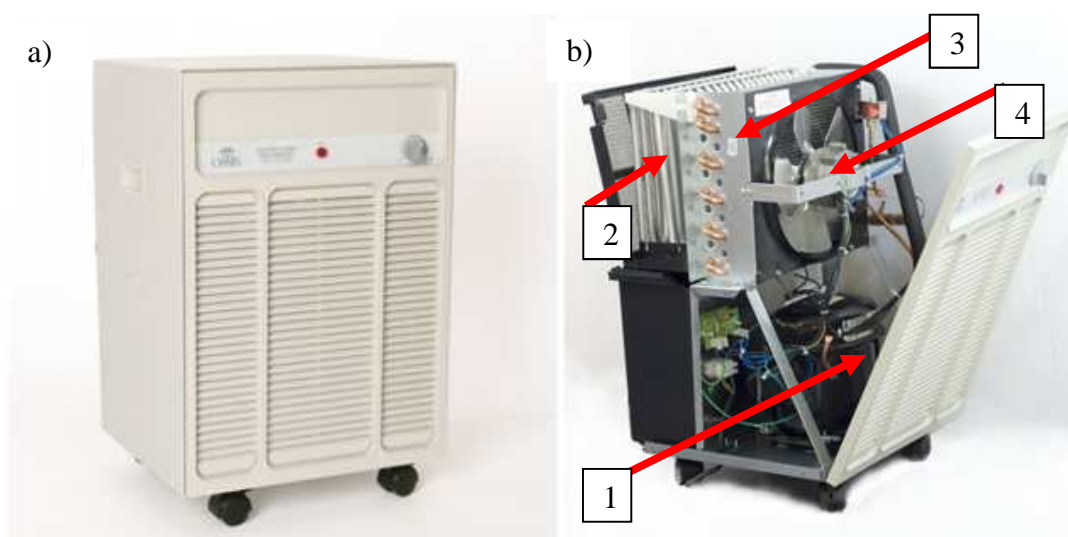


Rysunek 1. Zasada działania sprężarkowego osuszacza powietrza [3]

Figure 1. Working principle of the compressor air dryer [3]

Przedstawioną na rysunku zależność można opisać w następujący sposób: wentylator (ang. *fan*) zasysa wilgotne powietrze, które przepływa przez parownik (ang. *evaporator*). Powietrze jest tym samym schładzane do temperatury poniżej punktu rosy, i w ten sposób następuje pozbycie się z niego wilgoci. Następnie osuszone powietrze, przepływa przez rozgrzany skraplacz (ang. *condenser*), gdzie następuje jego ogrzanie. Następnie powietrze zostaje wyprowadzone z urządzenia przez otwory w przedniej obudowie – grillu przednim. Wyprowadzone z urządzenia powietrze, ma wyższą temperaturę i niższą wilgotność względną od powietrza zasysanego przez wentylator. Podczas wymuszonej przez urządzenie cyrkulacji powietrza, następuje obniżenie wilgotności względnej w pomieszczeniu [3].

Na podstawie powyższych opisów kształtuje się zarys konstrukcji osuszaczy tego typu. Konstrukcja nośna przeważnie opiera się na szkieletcie z blach stalowych, które z racji przeznaczenia urządzeń tego typu – muszą być odpowiednio zabezpieczone przed korozją – są przeważnie elementami cynkowanymi. Zewnętrzne poszycie urządzeń stanowią obudowy z blach bądź tworzyw sztucznych. W zależności od urządzenia i jego przeznaczenia mogą być to obudowy lite lub panelowe. Przedstawione na rysunku 2 urządzenie firmy Oasis, model D165 to jedno z najpopularniejszych urządzeń na rynku. Model D165 zapewnia idealny kompromis pomiędzy wydajnością, zużyciem energii, gabarytami i ceną. Jest to model dosyć prosty w swojej zewnętrznej budowie. Różnica w wyglądzie zewnętrznym urządzeń do zastosowań profesjonalnych wynika głównie ze środowiska pracy i sposobu użytkowania, który determinuje konieczność zastosowania dodatkowych układów czy wzmocnień.



Rysunek 2. a) Obudowa zewnętrzna osuszacza D165 – widok od przodu urządzenia, b) wnętrze urządzenia [3]

Figure 2. a) External enclosure of the dryer D165 – view from the front, b) inside of the dryer [3]

Dominującą powierzchnię przedniej części urządzenia stanowi „grill”, który jest jednocześnie wylotem osuszonego powietrza. Prostota przedstawionego na rysunku 2a modelu polega na minimalizacji czynności obsługowych. Nastawę urządzenia kontroluje się poprzez pokrętkę higrostatu, służy ona do włączenia/wyłączenia urządzenia i ustawienia żądanej wilgotności. Rysunek 2b przedstawia w sposób poglądowy wnętrze urządzenia D165.

Głównym układem sprężarkowego osuszacza powietrza jest układ chłodzący składający się w uproszczeniu z kompresora (1), parownika (2), skraplacza (3) i wentylatora (4). Układ elektryczny wraz ze sterowaniem jest w tego typu urządzeniach maksymalnie upraszczany z racji środowiska pracy. Uzupełnieniem budowy osuszacza są elementy dodatkowe jak filtr powietrza, czy pojemnik skroplin. W zależności od wersji wyposażeniowej, urządzenie można wyposażyć w pompę kondensatu która w sposób zautomatyzowany odprowadza skropliny do kanalizacji bądź preferowanego zbiornika zewnętrznego. Różnego rodzaju uchwyty transportowe i rodzaj kół zależą od przeznaczenia urządzenia.

### 3. PRZEGLĄD OSUSZACZY SPRĘŻARKOWYCH I PARAMETRY TECHNICZNE

Przedstawione w tym punkcie artykułu urządzenia stanowią wybraną część gamy produktów firmy Oasis oraz innych producentów. Wszystkie zaprezentowane w tym punkcie artykułu urządzenia to jednostki mobilne.

Gama modeli D75, D125 i D165 z racji współdzielenia konstrukcji nośnej i obudowy została przedstawiona na rysunku 2 wspólnie. Różnica pomiędzy urządzeniami tkwi w układzie chłodniczym, zmiany komponentów a tym samym wydajności pozwalają osiągać urządzeniom maksymalnie: 18l/24h (D75), 27l/24h (D125) i 35l/24h (D165). Urządzenia te poddawane minimalnym modyfikacjom egzystują na rynku od kilkadziesiąt lat, ciągle będąc konkurencyjnymi.

Modele SD i HD to wysoko wydajne urządzenia dzielące ten sam układ chłodniczy i sterujący, jednak zamknięte w innych obudowach. Model SD idealnie sprawdza się przy pracach wykończeniowych budynków, gdzie przemieszczanie jednostki odbywa się po równym

podłożu. Model HD jest jednostką bliźniaczą w ujęciu układu chłodzącego i wydajności urządzenia. Ze względu na zastosowanie dużych kół i wygodnego uchwytu model HD lepiej sprawdza się gdy w trakcie eksploatacji zachodzi konieczność transportowania urządzenia po nierównym, często nieutwardzonym podłożu. Urządzenia mogą zostać na życzenie klienta wyposażone w dodatkowe wskaźniki czasu pracy, bądź zużycia energii. Rysunek 3 przedstawia wygląd opisanych osuszaczy. Urządzenie te mogą maksymalnie pozyskać 40 l skroplin w czasie 24 godzin.



Rysunek 3. Oasis model 270SD i 270HD [3]  
*Figure 3. Oasis model 270SD and 270HD [3]*

Flagowy model wśród urządzeń mobilnych w gamie firmy Oasis, a także jedno z najlepszych urządzeń w swojej klasie to model D600. Profesjonalna jednostka do zadań specjalnych charakteryzuje się maksymalną wydajnością dochodzącą do 90 l skroplin w czasie 24 godzin. Wytrzymała konstrukcja zapewnia bezobsługową eksploatację nawet w ekstremalnych warunkach na placach budowy czy w magazynach o dużej powierzchni. Urządzenie wyposażone jest w dwa koła pneumatyczne o dużej średnicy ułatwiające transport po nierównym podłożu. Model D600 podobnie jak opisane wcześniej urządzenia SD i HD może opcjonalnie zostać wyposażona w licznik czasu pracy bądź zużycia energii. Dodatkowo ze względu na wysoką wydajność zaleca się doposażenie urządzenia w pompę kondensatu, która może stanowić wyposażenie dodatkowe pozostałych modeli w gamie Oasis. Zastosowanie pompy i połączenie jej przewodów z odpływem kanalizacyjnym bądź dużym zewnętrznym zbiornikiem zwalnia użytkownika z obowiązku częstego opróżniania wbudowanego pojemnika na skropliny. Rysunek 4 przedstawia osuszacz model D600.

Innym znanym i poważanym na rynku producentem osuszaczy sprężarkowych jest firma Atika. Oferuje ona szeroką gamę modeli mobilnych do zastosowań domowych i profesjonalnych. Popularnymi modelami z wyższej półki są modele ALE 500 pokazany na rysunku 5, który osiąga wydajność do 50l/24h. Większym urządzeniem producenta Atika jest model ALE 800 który osiąga maksymalną dobową wydajność na poziomie 80 l skroplin. Atika wyposaża swoje modele w elektroniczny higrostat, który ułatwia utrzymywanieżądanego poziomu wilgotności w pomieszczeniu. Korzystając z prostego wyświetlacza ustawiamy

poziom procentowy poziom  $R_h$  i urządzenie okresowo włączając się będzie go utrzymywać. Rysunek 6 przedstawia model ALE 800 [2].



Rysunek 4. Oasis model D600 [3]

Figure 4. Oasis model D600 [3]



Rysunek 5. Atika model ALE 500 [2]

Figure 5. Atika model ALE 500 [2]

Rysunek 6. Atika ALE 800 [2]

Figure 6. Atika model ALE 800 [2]

Przedstawione w punkcie urządzenia opisano tylko parametrem maksymalnego uzysku skroplin w czasie 24 godzin. Bardzo istotnym jest także przepływ powietrza, który determinuje efektywne pochłanianie wilgoci. Wspomniane urządzenie D600 charakteryzuje się najwyższym przepływem powietrza spośród wymienionych jednostek, wynoszącym  $1600 \text{ m}^3/\text{h}$ . Dla porównania Atika ALE 800 ma przepływ powietrza wynoszący  $680 \text{ m}^3/\text{h}$ . Poniżej zestawiono podstawowe parametry opisujące pracę urządzenia:

- wydajność,  $l/24h$ ,
- zakres temperatur pracy,
- przepływ powietrza,  $\text{m}^3/\text{h}$ ,
- moc, W.

Z racji na ograniczenia termodynamiczne wynikające z przedstawionej w punkcie drugim zasady działania, urządzenia tego typu mogą efektywnie pracować w zakresie temperatur  $6^{\circ}\text{C}$ - $43^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) [3].

#### 4. OBSZARY ZASTOSOWAŃ

Sprężarkowe kondensacyjne osuszacze powietrza cieszą się uznaniem w skali światowej od kilkadziesiąt lat. Także w Polsce coraz więcej firm, instytucji państwowych (straż pożarna, urzędy miast i gmin) i osób prywatnych wykorzystuje tego typu urządzenia. Są wykorzystywane przez firmy budowlane, zarówno w trakcie prac wykończeniowych jak i we wcześniejszych stadiach budowy. Istotnym jest tylko aby pomieszczenie w którym działa urządzenie było zamknięte z ograniczoną wymianą powietrza z zewnątrz. Stosuje się je także w magazynach, zwłaszcza tych gdzie przechowywane towary wykazują dużą wrażliwość na wysoki poziom  $R_h$  – np. magazyny leków. Popularnym jest także stosowanie osuszaczy na basenach, w myjniach czy innych lokalach użytku publicznego gdzie wymagane jest pochłanianie wilgoci. Stosowane też często w domach w okresach podwyższonej wilgotności, w pralniach, garażach czy piwnicach gdzie często mamy podwyższoną wilgotność.

Istotną rolę osuszacze odgrywają na terenach po powodzi, podtopionych czy tam gdzie z racji dużych opadów woda przedostaje się do budynków i wsiąka w mury. Osuszacz nie może pracować w zalanym pomieszczeniu, ale po odpompowaniu wody jest najefektywniejszym sposobem na pozbycie się wilgoci także ze ścian, mebli i innych elementów wyposażenia które chłoną wilgoć. Należy jednak pamiętać, że przy osuszaniu budynków w których duża ilość wody wsiąknęła w ściany wymagany może być długi okres czasu do całkowitego wysuszenia pomieszczenia w którym działa urządzenie.

#### 5. PODSUMOWANIE

Sprężarkowe osuszacze kondensacyjne stanowią grupę maszyn do kontroli wilgotności względnej w pomieszczeniach. Wilgotność względna podawana w procentach ( $0\div 100\%$ ) to stosunek ciśnienia cząstkowego pary wodnej zawartej w powietrzu do ciśnienia nasycenia, określającego maksymalne ciśnienie cząstkowe pary wodnej w danej temperaturze. Ciśnienie cząstkowe jest (zgodnie z prawem Daltona) ciśnieniem, jakie miałby gaz, gdyby zajmował całą dostępną objętość. Wilgotność względna jest niemianowana i zawiera się w przedziale od 0 do 1, często wyrażana w procentach ( $100\%=1$ ). Wilgotność względna równa 0 oznacza powietrze suche, zaś równa 1 oznacza powietrze całkowicie nasycone parą wodną. Przy wilgotności względnej równej 1 oziębienie powietrza daje początek skraplaniu pary wodnej [4]. Efektywnym sposobem na podniesienie wydajności osuszania jest równoczesne podniesienie temperatury w osuszonym pomieszczeniu, dlatego często równoległe z osuszaczem zaleca się stosowanie nagrzewnic lub promienników.

#### LITERATURA

1. strona internetowa: <http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/phy00/phy00286.htm>
2. Dokumenty firmowe WaterSmile Poland Sp. z o.o.
3. Dokumenty firmowe Oasis East Sp. z o.o.
4. strona internetowa: <http://www.wikipedia.org>