Uzdatnianie sprężonego powietrza – osuszacze

Sprężone powietrze to medium, które wykorzystywane jest przez znaczną większość zakładów przemysłowych. Nic dziwnego – jest bezpieczne, niezawodne, ogólnie dostępne i w związku z tym stanowi bardzo dobrą alternatywę dla energii elektrycznej.

Katarzyna Tomczyk

Dlaczego uzdatnianie sprężonego powietrza jest takie istotne? Należy pamiętać że powietrze atmosferyczne zawiera parę wodną, pyły, węglowodory inne zanieczyszczenia. W trakcie procesu sprężania powietrza koncentracja tych zanieczyszczeń rośnie, a zawarta w powietrzu woda wytrąca się w postaci kondensatu.

Poniżej przykład pokazujący o ile wzrastaja zanieczyszczenia w sprężnym powietrzu:

Pył: 3,0 mg/1 m³ (20°C,1 bar) ⇨ 24,0 mg/1 m³ (8 bar a)
Olej: 5,0 mg/1 m³ (20°C,1 bar) ⇨ 40,0 mg/1 m³ (8 bar a)
Woda: 27,0 g H_2O/1 m³ (20°C,1 bar) ⇨ **216,0 g H_2O**/ 1 m³ (8 bar a)

Czyli sprężarka 250 m³/godz. FAD sprężająca powietrze do ciśnienia 7 bar pompuje w ciągu dnia 83 l wody . Przy warunkach zewnętrznych 25°C, w/w 60%. Proces uzdatniania sprężonego powietrza polega więc na usunięciu większości zanieczyszczeń pyłowych (cząstek stałych), olejowych oraz wody.

Warto zdawać sobie sprawę z tego, że w sytuacji, w której sprężone powietrze nie byłoby poddawane procesowi uzdatniania, przedsiębiorstwo zostałoby narażone na straty wynikające z szybszego zużywania maszyn i urządzeń. Częściej wymagałyby one remontowania czy wymiany części. Firma ryzykowałaby pogorszeniem efektywności procesu technologicznego i jakości produktów końcowych, a w dalszej perspektywie koniecznością wydłużenia terminów dostaw, niezadowoleniem klientów oraz utratą pozytywnego wizerunku.

Nieodpowiednio uzdatnione: przefiltrowane i osuszone sprężone powietrze może być również przyczyną strat, które będą wynikały z jego ubytków powodowanych przez otwieranie zaworów w celu wyeliminowania wody z instalacji. Każdy wyciek sprężonego powietrza powoduje, że tracimy bardzo drogą energię!

ISO 8573.1:2010 — Klasy czystości sprężonego powietrza

Klasa	Cząstki stałe: Maksymalna liczba cząstek stałych w m³ 0,1–0,5 µm	0,5–1,0 µm	1,0–5,0 µm	Koncentracja mg/m³	Woda: Para CPR	Ciecz g/m³	Olej: Ilość całkowita mg/m³
0	Indywidualnie				Indywidualnie		Indywidualnie
1	< 20 000	< 400	< 10	–	< -70°C	–	0,01
2	< 400 000	< 6000	< 100	–	< -40°C	–	0,1
3	–	< 90 000	< 1000	–	< -20°C	–	1,0
4	–	–	< 10 000	–	< +3°C	–	5,0
5	–	–	< 100 000	–	< +7°C	–	–
6	–	–	–		< +10°C	–	–
7	–	–	–			< 0,5	–
8	–	–	–	–		< 5,0	–
9	–	–	–	–		< 10,0	–
X	–	–	–			< 10,0	> 10

Klasy jakości sprężonego powietrza: Norma PN-ISO 8573-1:2010

Norma PN–ISO 8573–1: określa dopuszczalną zawartość zanieczyszczeń: cząstek stałych, wody i cząstek olejowych. Parametrem, który określa zawartość wody w sprężonym powietrzu jest tzw. ciśnieniowy punkt rosy (PDP). Jest to temperatura przy której zaczyna się proces wykraplania pary wodnej, przy aktualnym ciśnieniu roboczym.

Chcąc określić jakość sprężonego powietrza należy podać klasę dla każdego z zanieczyszczeń np. ISO: 2.1.2 . Oznacza to, że zawartość cząstek stałych: klasa 2, wody: klasa 1 (-70°C), olej: klasa 2.

Wymagania jakości sprężonego powietrza dla najbardziej typowych zastosowań wg PNEUROP 8573

ZASTOSOWANIE	Klasa ISO		
	Pył	H2O	Olej
Piaskowanie	-	3	3
Maszyny obuwnicze	4	6	5
Obróbka kamieni	4	6	5
Maszyny odlewnicze	4	6	5
Warsztaty, powietrze ogólnego zastosowania	4	5	5
Czyszczenie części i maszyn	4	4	4
Narzędzia pneumatyczne	4	3	5
Urządzenia pakujące	4	3	3
Siłowniki układów pneumatycznych	3	3	5
Malowanie natryskowe	3	3–2	3
Silniki pneumatyczne	3	3–1	3
Precyzyjne regulatory ciśnienia	3	2	3
Produkcja żywności i napojów	2	6–3	1
Transport pneumatyczny	2	3	4
Aparaty i urządzenia pneumatyczne	2	3	3
Układy sterowania pneumatycznego	2	2	3
Łożyska pneumatyczne	2	2	3
Turbiny powietrzne	2	2	3
Produkcja materiałów fotograficznych	1	1	1
Przemysł farmaceutyczny	1	1	1
Produkcja półprzewodników	1	1	1

Jak widać z powyższego wymagana klasa jakości powietrza będzie determinowała wybór technologii uzdatniania/ osuszania sprężonego powietrza.

Technologie osuszania sprężonego powietrza

1. Metoda mechaniczna

Najważniejsze typy mechanicznych osuszaczy powietrza to:

- oddzielacze odśrodkowe (filtry cyklonowe),
- zbiorniki sprężonego powietrza.

Oddzielacze odśrodkowe (f. cyklonowe) pozwalają na odseparowanie skroplonej już wody (woda w postaci cieczy). W tym celu kierownica wstępna wprawia wpływające sprężone powietrze w ruch obrotowy. Dzięki występującej sile odśrodkowej ciecze i cząstki ciał stałych odwirowywane są na ściankę separatora, łączą się tam w większe krople, które spływają do przestrzeni zbiorczej kondensatu. Wychodzące sprężone powietrze nie zawiera już kondensatu, jednak wilgotność względna sprężonego powietrza za separatorem wynosi około 100 %. Najważniejszą zaletą separatorów jest to, że są one całkowicie bezobsługowe.

2. Metoda ziębnicza (punkt rosy +2°C ÷ +10°C)

To tradycyjna metoda usuwania wody ze sprężonego powietrza polegająca na ochłodzeniu go w osuszaczach chłodniczych (ziębniczych). Temperatura punktu rosy tego typu osuszaczy wynosi +2 ÷ +5°C. Ograniczeniem tego typu osuszaczy jest punkt zamarzania wody, dlatego nie praktykuje się obniżania temperatury do 0°C. W rzeczywistości osusza się powietrze do punktu rosy ok. 3°C niższej niż temperatura otoczenia, co jest przeważnie wystarczające dla uniknięcia ryzyka kondensacji wody w systemie. Chłodzenie powietrza odbywa się w dwóch etapach. Najpierw w chłodnicy wstępnej, która chłodzi ciepłe powietrze ze sprężarki zimnym powietrzem opuszczającym osuszacz, a później wstępnie schłodzone powietrze przepływa przez chłodnicę główną zawierającą czynnik chłodzący. Czynnikiem chłodniczym jest freon. Obniżenie temperatury sprężonego powietrza powoduje intensywne wykraplanie się wody. Woda ta jest odseparowywana i kierowana na automatyczny spust kondensatu. Sprężone powietrze następnie zostaje podgrzewane w chłodnicy wstępnej i jest kierowane do sieci.

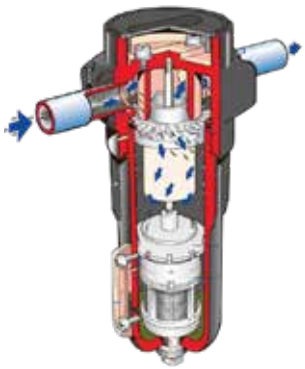
3.Metoda sorpcji (punkt rosy -20°C ÷ -70°C)

Polega na zmniejszeniu zawartość pary wodnej i wilgoci względnej. Osuszają one powietrze w stałej temperaturze, bazują na transferze masy pary wodnej do środków wchłaniających lub wiążących.

Systemy sorpcyjne mogą być zarówno regeneracyjne lub nieregeneracyjne:

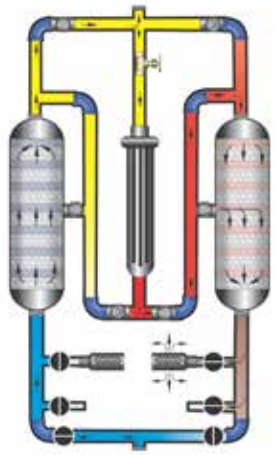
- osuszacze adsorpcyjne z regeneracją na zimno,
- osuszacze adsorpcyjne z wewnętrzną regeneracją na gorąco,
- osuszacze adsorpcyjne z regeneracją próżniową.

Adsorpcja jest to proces fizyczny, w trakcie którego cząsteczki gazu lub pary przywierają do powierzchni ciała stałego. Stałe adsorbery usuwają parę wodną przez siły fizyczne, które przyciągają cząsteczki wody do stałej powierzchni adsorbentu. Stałe cząstki adsorbujące są bardzo porowate stanowiąc duży obszar do adsorpcji. Każdy typ środka osuszającego ma swoje własne właściwości, ale osiągnięcie wymaganych punktów rosy zależy od systemu adsorpcji i trybu regeneracji. Osuszacze adsorpcyjne składają się z dwóch kolumn napełnionych środkiem osuszającym. Powietrze przepływa jest przez jedną z kolumn, gdzie środek osuszający



Mechaniczny filtr wirowy
Źródło: Parker - ZANDER

Osuszacz chłodniczy
Źródło: Parker - ZANDER



Osuszacz adsorpcyjny
Źródło: Parker

adsorbuje parę wodną z powietrza aż do momentu nasycenia absorbentu.

Przepływ powietrza jest wtedy automatycznie przełączany do drugiej kolumny, a wtedy pierwsza kolumna jest regenerowana przez usuwanie ze złoża zaadsorbowanej wody w celu przygotowania kolumny do kolejnego cyklu pracy.

4.Metoda dyfuzji (punkt rosy +4°C ÷ -40°C) – osuszacze membranowe

Osuszacze membranowe zbudowane są z membran wykonanych z specjalnego włókna polimerowego, przepuszczającego tylko molekuły wody z osuszanego sprężonego powietrza. Właściwy zespół osuszacza składa się z szeregu membran , tworzących wiązki.

Część osuszonego w ten sposób powietrza jest wykorzystywana do regeneracji membrany.

Osuszacze membranowe są dobrą alternatywą dla osuszaczy adsorpcyjnych dla małych przepływów. Charakteryzują się niewielkimi rozmiarami i nie wymagają zasilania energia elektryczną.

Technologia tandemowa

Dla większości procesów wystarcza powietrze klasy 4, czyli wartość ciśnieniowego pkt rosy wynosi +3°C. Jednak wiele zakładów produkcyjnych boryka się z problemem wody w instalacji sprężonego powietrza, pomimo że posiadają osuszacze ziębnicze wysokiej klasy. Najczęstszą przyczyną takiego stanu rzeczy jest nie zachowanie odpowiedniej temperatury powietrza na wlocie do osuszacza lub zbyt mała jego wydajność w stosunku do ilości powietrza osuszanego. Dodatkowo w naszych warunkach klimatycznych musimy brać pod uwagę fakt, że w miejscach, gdzie instalacje sprężonego powietrza przechodzą przez pomieszczenia nieogrzewane, czy też wręcz wychodzą na zewnątrz budynku, woda będzie miała tendencje do wykraplania się. W takich sytuacjach użytkownik bardzo często podejmuje decyzję o montażu osuszacza adsorpcyjnego. W tym momencie ponosi on spore koszty inwestycyjne oraz znacznie podnosi koszty eksploatacyjne.

Osuszacz adsorpcyjny. Źródło: Parker

Aby zaradzić powyższym problemom opracowano technologię tandemową osuszania sprężonego powietrza. Jest to układ dwóch osuszaczy: ziębniczego i adsorpcyjnego w jednej obudowie. Urządzenie ma możliwość płynnej regulacji temperatury punktu rosy w zakresie +3°C do -70°C.

Technologia tandemowa pozwala na znaczne obniżenie kosztów energetycznych uzyskania ciśnieniowych punktów rosy -20°C, -40°C czy -70°C. Dzięki temu, że sprężone powietrze jest wstępnie osuszone przez osuszacz ziębniczy, możliwe było znaczne zmniejszenie kolumn adsorpcyjnych. Ma to istotne znaczenie dla kosztów serwisowania takich urządzeń. Zwarta budowa i niewielkie wymiary to także atut tego rozwiązania.

Ponadto, co jest bardzo istotne , istnieje możliwość obejścia (by pass) osuszacza adsorpcyjnego w okresach, kiedy nie ma problemu z wytrącaniem się wody, a „włączanie" go tylko wtedy, gdy temperatury otoczenia spowodują, że woda zacznie pojawiać się w instalacji.

Kryteria doboru osuszaczy sprężonego powietrza

Podsumowując najistotniejsze kryteria doboru osuszacza chłodniczego istotne są następujące parametry :

- maksymalny strumień powietrza,
- minimalne ciśnienie robocze,
- maksymalna temperatura na wlocie do urządzenia (osuszacza),
- wymagany punkt rosy,
- maksymalna temperatura powietrza otaczającego (w przypadku osuszaczy adsorpcyjnych i urządzeń tandemowych).

Koszty osuszania sprężonego powietrza

Decydując się na zakup takiego a nie innego osuszacza należy wziąć pod uwagę nie tylko koszt inwestycyjny, ale także jego koszty eksploatacyjne, na które będą się składały koszty energii elektrycznej zużywanej przez osuszacz oraz energii elektrycznej potrzebnej na pokonanie spadku ciśnienia generowanego przez osuszacz. Dlatego tak ważne jest dobre rozeznanie się w kosztach eksploatacyjnych poszczególnych technologii osuszania.

W przypadku osuszaczy chłodniczych ważne jest aby wiedzieć,

- jaki spadek ciśnienia generuje osuszacz,
- ile energii elektrycznej zużywa sprężarka chłodnicza, wentylatory sterowanie, etc.

Natomiast dla osuszaczy adsorpcyjnych największym kosztem są koszty związane ze sposobem regeneracji. Osuszacze regenerowane na zimno zużywają średnio 15–20% osuszonego powietrza na regenerację. Oznacza to, że o tyle trzeba przewymiarować sprężarkę, aby zapewnić odpowiednią ilość powietrza zarówno do technologii jak i regeneracji.

Osuszacze regenerowane na gorąco z grzałkami to dodatkowe zużycie energii ok 5–7%. Jeżeli wykorzystamy do regeneracji dmuchawę to będzie to ok 2–3% więcej energii.

Można także wykorzystać energię powstałą podczas procesu sprężania i wówczas nie będziemy ponosić żadnych dodatkowych kosztów.

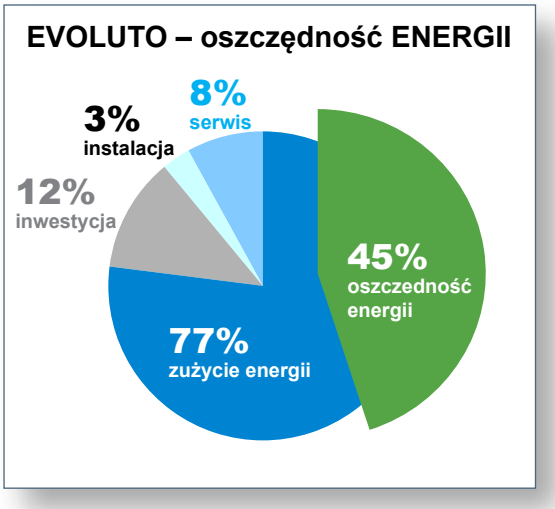
Osuszacze regenerowane próżniowo to dodatkowy koszt energii rzędu 3%.

Należy jednak pamiętać, że każdy osuszacz generuje określone spadki ciśnienia. ■

ALUP Kompressoren

Sprężarki śrubowe ALUP EVOLUTO – stop zmianom klimatycznym!

- chłodzone olejem silniki napędowe o niezwykle wysokiej sprawności (IE 4)
- przetworniki częstotliwości **IMPERIUM** – energo-oszczędne, trwałe i niezawodne
- stopnie śrubowe **ALUP** o podwyższonej sprawności
- wbudowany odzysk ciepła



ALUP *AIRLEASE*™ – korzystny program finansowania zakupu sprężarki EVOLUTO

oszczędności kosztów energii przewyższają poziom raty miesięcznej

ALUP *AIRCHITECT* – promocyjne warunki audytu energetycznego systemu sprężonego powietrza

Dedykowane kontakty ALUP – EVOLUTO – AIRLEASE – AIRCHITECT:

Tel.: +48 660 755 603 Email: energia.audyt@alup.pl
Alup Kompressoren Polska Sp. z o.o. Al. Krakowska 26, Janki, 05-090 Raszyn

www.alup.com/pl

ZAAWANSOWANA TECHNOLOGIA. NIEZAWODNY PARTNER