



foto. archiwum ALMiG

Kontenerowa stacja sprężarek ALMiG Kompressorren z osuszaczem adsorpcyjnym na  $-40^{\circ}\text{C}$

### Jakość sprężonego powietrza

Jakość sprężonego powietrza w zakresie zawartości cząstek stałych, wody i oleju definiuje norma ISO 8573-1 (tabela 1.).

Zalecana klasa czystości sprężonego powietrza dla pistoletów lakierniczych przedstawia się następująco: olej - 1, cząsteczki stałe - 1, woda - 1-3.

### Jak pozbyć się wody z instalacji?

W zależności od rodzaju posiadanej sprężarki (tłokowa, śrubowa, łopatkowa) należy skonfigurować odpowiednio układ urządzeń uzdatniających sprężone powietrze. Na rynku jeszcze większy wybór wśród tych urządzeń niż wśród sprężarek, jednak nie każde jest w stanie zapewnić powietrze odpowiedniej jakości.

Zacznijmy od osuszaczy powietrza. Urządzenia te dzielą się na dwa podstawowe rodzaje: osuszacze ziębnicze - gwarantujące ciśnieniowy punkt rosy na poziomie  $+3^{\circ}\text{C}$ , oraz osuszacze adsorpcyjne - osiągające punkt rosy od  $-20$  do  $-70^{\circ}\text{C}$ . Zasada działania osuszacza ziębniczego polega na schłodzeniu sprężonego powietrza w parowniku obiegu chłodzącego za pomocą czynnika chłodzącego (z reguły jest to freon R134a lub R407a). Z wyziębionego powietrza wykrapla się woda, która poprzez automatyczny zawór odwadniający zostaje usunięta na zewnątrz. Zaletą osuszacza ziębniczego jest jego stosunkowo niska cena, brak elementów wymiennych i szybko zużywających się. Wadą jest natomiast stosunkowo wysoka wilgotność sprężonego powietrza (ok. 30%) grożąca pojawieniem się kropli wody i zamarzaniem na skutek rozprężenia na dyszy wylotowej pi-



Filtr sprężonego powietrza ALMiG AF od  $5\ \mu\text{m}$  do  $0,01\ \mu\text{m}$

## Suchy powiew

Przełom XX i XXI wieku to okres szybkiego rozwoju i ciągłego udoskonalania wszelkich metod lakierowania powierzchniowego. Oprócz dostępu do nieprzebranej masy lakierów podkładowych, nawierzchniowych i baz najwyższej jakości współczesne warsztaty lakiernicze dysponują najnowocześniejszym sprzętem: począwszy od pistoletów lakierniczych, a na wyrafinowanych konstrukcjach głowic do automatów skończywszy.

**W**ydawać by się mogło, że nic nie stoi na przeszkodzie w uzyskaniu powłoki lakierniczej o perfekcyjnej jakości. Skąd zatem biorą się „rybie oczka”, kratery, okrągłe wgłębienia, nieregularne wtrącenia, plamy wodne czy utrata przyczepności na świeżo pokrytej lakierem powierzchni? Przyczyna tkwi w złej jakości sprężonego powietrza. Wielu lakierników pochłoniętych doborom wysokiej jakości lakieru i instalacją nowoczesnych urządzeń lakierujących nie pamięta, że podstawowym czynnikiem mającym znakomity wpływ na efekt końcowy w procesie lakierowania i przygotowania powierzchni jest sprężone powietrze. Jego zła jakość objawiać się może pojawianiem wody, oleju czy zanieczyszczeń stałych w instalacji pneumatycznej i na gotowych wyrobach. Jest to naturalny efekt uboczny procesu sprężania powietrza. Może go spotęgować także zastosowanie sprężarki złej jakości,

brak odpowiedniej jakości filtrów i urządzeń osuszających. Nie wystarczy więc zainstalować odstojnika, by pozbyć się wilgoci w sprężonym powietrzu, podobnie jak nie wystarczy zainstalować filtra-reduktora, aby wyeliminować całkowicie olej czy cząsteczki stałe z lakieru. Powietrze zasysane przez sprężarkę zawsze zawiera wilgoć, której ilość zależy od aktualnych warunków atmosferycznych. Nie mamy więc wpływu na wilgoć zasysaną przez sprężarkę, ale mamy wpływ na jej ilość w sprężonym powietrzu. Wszystkie sprężarki (nawet bezolejowe) emitują do instalacji wraz ze sprężonym powietrzem większą lub mniejszą ilość oleju, podobnie jak zanieczyszczenia stałe, których ilość zależy od stopnia skuteczności filtra na ssaniu sprężarki.



stoletu. Poza tym instalacja sprężonego powietrza powinna przebiegać wewnątrz budynku. W przeciwnym razie w okresie zimowym na skutek ochłodzenia poniżej punktu rosy (+3°C) w instalacji wykropli się woda. Z tego powodu nie jest on zalecany do prac lakierniczych.

Drugi rodzaj osuszaczy - adsorpcyjnych - zbudowany jest z dwóch kolumn wypełnionych adsorbentem pochłaniającym wilgoć. Podczas gdy jedna kolumna pracuje, w drugiej regenerowane (osuszane) jest złożo. Regeneracja złoża odbywa się cyklicznie i jest sterowana czasowo lub w zależności od stopnia nasycenia złoża.

Osuszacze adsorpcyjne dzielą się na dwa typy: regenerowane na zimno, w przypadku których do regeneracji złoża wykorzystywane jest wcześniej osuszone sprężone powietrze, oraz regenerowane na gorąco, które do regeneracji złoża wykorzystują niezależną dmuchawę z podgrzanym powietrzem (co eliminuje straty sprężonego powietrza). Główną zaletą osuszaczy adsorpcyjnych jest uzyskanie powietrza o bardzo niskiej wilgotności względnej, co skutecznie zapobiega wykrapaniu wody i wymrażaniu na skutek rozprężenia powietrza. Wadą tego typu osuszaczy jest ich stosunkowo wysoka cena (wyższa dla osuszaczy regenerowanych na gorąco), konieczność okresowej wymiany adsorbentu oraz strata ok. 15% osuszonego sprężonego powietrza pochłanianego na regenerację złoża (w przypadku osuszaczy regenerowanych na zimno). Osuszacze adsorpcyjne spełniają wszystkie warunki do zastosowania ich w lakiernictwie.

Skuteczność wszystkich osuszaczy uzależniona jest od masy przepływającego przez nie powietrza. Dlatego niezwykle istotne jest prawidłowe dobranie osuszacza do parametrów pracy sprężarki (a więc jej wydajności, panującego w niej ciśnienia, temperatury wlotowej do osuszacza i temperatury otoczenia). Nie można tu jednak liczyć na żadne oszczędności, ponieważ źle dobrany osuszacz w najlepszym razie spowoduje nieutrzymanie punktu rosy (wilgoć w instalacji), a w naj-

**Tabela 1. Jakość sprężonego powietrza w zakresie zawartości cząstek stałych, wody i oleju według normy ISO 8573-1**

Klasa według ISO 8573-1	Maksymalna wielkość cząstek stałych [µm]	Maksymalna koncentracja cząstek stałych [mg/m <sup>3</sup> ]	Maksymalna wartość ciśnieniowego punktu rosy [°C]	Maksymalna koncentracja oleju [mg/m <sup>3</sup> ]	Maksymalna zawartość H <sub>2</sub> O [g/m <sup>3</sup> ]
I	0,1	0,1	-70	0,01	0,003
II	1	1	-40	0,1	0,12
III	5	5	-20	1	0,88
IV	15	8	+3	5	6,0
V	40	10	+7	25	7,75
VI			+10		9,4



**Sterownik procesorowy Air control 2 zabudowany w sprężarce ALMiG serii FLEX**

gorszym - zalanie złoża. Konieczna wówczas stanie się wymiana całego adsorbentu w osuszaczu.

### **Jak uzyskać doskonale czyste powietrze?**

Osuszenie jest pierwszym etapem uzdatniania sprężonego powietrza, a drugim jest jego filtracja. Odpowiednio przeprowadzony proces filtracji pozwala na uzyskanie powietrza praktycznie wolnego od oleju i zanieczyszczeń stałych. Do usuwania oleju i cząstek stałych służą filtry powietrza. Prawidłowa filtracja polega na zastosowaniu odpowiedniej kombinacji filtrów wstępnego i dokładnego. W zależności od miejsca zamontowania osuszacza (przed czy za zbiornikiem) trzeba zastosować przed układem filtrów separator cyklonowy. Jego działanie polega na mechanicznym oddzieleniu zanieczyszczeń poprzez wprowadzenie powietrza w ruch wirowy na wewnętrznej kierownicy cyklonowej. Większe cząsteczki (do 3 mikronów) wyrzucane są siłą odśrodkową i spływają po wewnętrznej ścianie na dno filtra, skąd są usuwane poprzez zawór spustowy. Filtr wstęp-



**Kontenerowa stacja sprężarek ALMiG Kompresor z separacją kondensatu wodno-olejowego**

ny powinien być umieszczony przed osuszaczem i zawierać wkład koalescencyjny usuwający cząstki stałe, aerozole oleju i wodę do wielkości 0,1 mikrona przy pozostałości oleju 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Działanie tego typu filtrów polega na przepuszczaniu powietrza przez kilka warstw filtrujących. W wewnętrznej warstwie wkładów filtracyjnych następuje wstępne oczyszczenie z aerozoli. Na włóknach osadzają się cząsteczki, które koagulując, tworzą coraz większe krople. Te wraz z innymi zanieczyszczeniami przepychane są do



zewnątrznej warstwy wkładu filtracyjnego, skąd ociekają na dno obudowy filtra, a następnie poprzez zawór spustowy usuwane są na zewnątrz.

Drugi w kolejności filtr dokładny redukujący zanieczyszczenia stałe do poziomu 0,01 mikrona oraz aerozole oleju do 0,01 mg/m<sup>3</sup> w przypadku zainstalowania osuszacza ziębniczego powinien być zainstalowany za osuszaczem.

W filtrach powietrza standardowo stosowane są pływakowe spusty kondensatu, a opcjonalnie automatyczne zawory spustowe, które usuwają kondensat bez strat sprężonego powietrza.

Układ uzdatniający z osuszaczem adsorpcyjnym powinien zawierać filtry odolejające wstępny i dokładny na wejściu oraz filtr odpylający na wyjściu. Ponieważ olej może zniszczyć złożę osuszacza, należy stosować filtry wysokiej jakości. Ważną rzeczą w doborze układów filtrujących jest precyzyjne określenie ilości sprężonego powietrza potrzebnego w procesie lakierowania. Przyjęto, że dla systemów wysokociśnieniowych do 5 barów stosuje się układy o przepływach do 300 l/min dla jednego stanowiska lakierniczego. Dla systemów niskociśnieniowych do 3,5 barów przepływ powinien oscylować między 500 a 750 l/min dla jednego stanowiska.

Zbudowanie układu sprężonego powietrza w oparciu o sprężarkę, osuszacz i filtry wysokiej jakości pozwala uzyskać powietrze o III, II a nawet I klasie czystości według normy ISO 8573.1. Jest to zgodne z zaleceniami Technicznego Komitetu Międzynarodowej Organizacji Standaryzacji (PNEURO) dotyczącymi wymaganej jakości sprężonego powietrza do lakierowania.

### Co zrobić z kondensatem?

Ostatnim, ale bardzo istotnym problemem związanym z zastosowaniem sprężonego powietrza jest właściwa utylizacja „pozostałości” po procesie sprężania, a mianowicie kondensatu wodno-olejowego, usuwanego poprzez osuszacze powietrza oraz zawory spustowe pod zbiornikami i filtrami. Kondensat ten powsta-



Osuszacz adsorpcyjny ALMiG ALM-CD (-40;-70°C)



Osuszacz chłodniczy ALMiG ALM (+3°C)

je zawsze niezależnie od rodzaju stosowanych sprężarek. W przypadku sprężarek tłokowych smarowanych olejem przybiera on postać wysoko zemulgowaną, o konsystencji gęstej śmietany. W przypadku sprężarek śrubowych smarowanych olejem jest to mieszanina wody z zawartością ok. 5% oleju. Ze sprężarek bezolejowych uzyskuje się kwaśny agresywny kondensat na skutek braku czynnika neutralizującego, jakim jest olej. W żadnym przypadku kondensat zawierający olej (substancję ropopochodną) nie może być bez oczyszczenia wlewany do kanalizacji. Warunki, jakie powinien spełniać kondensat, określają jednoznacznie przepisy ochrony środowiska, które są sprecyzowane w Dz. U. Nr 116 z dn. 10.12.1991, poz. 503 Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5.07.1991 w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzone do wód lub do ziemi (załącznik nr 2, poz. 46: „Substancje ropopochodne maks. wartość 15,0 mg/l”).

Chcąc żyć w zgodzie z przepisami i nie niszcząc jednocześnie środowiska naturalnego do oczyszczania kondensatu należy zastosować urządzenia zwane separato-

rami kondensatu woda-olej. Zasada działania tych urządzeń polega na wykorzystaniu różnicy ciężaru właściwego wody i oleju, który gromadzi się na powierzchni wody w górnej części zbiornika rozdzielczego i zostaje odprowadzony przelewem do oddzielnego zbiornika. Tak wstępnie oczyszczony kondensat przepływa przez łatwo pochłaniający olej filtr wstępny, a następnie przez filtr adsorpcyjny. Filtr wstępny wiąże ze sobą pozostałe krople oleju, natomiast filtr adsorpcyjny zatrzymuje ostatnie najdrobniejsze cząstki. Odseparowany olej zebrany w oddzielnym pojemniku i zużyte wkłady filtrów adsorpcyjnego należy przekazać do utylizacji. Czysta woda poprzez kruciec wylotowy może być skierowana do kanalizacji.

### Podsumowanie

Trzeba stwierdzić, że proces odpowiedniego przygotowania sprężonego powietrza ma kluczowe znaczenie dla jakości uzyskiwanej powłoki lakierniczej. W celu odpowiedniego doboru urządzeń najlepiej kontaktować się z firmami zajmującymi się na co dzień sprzedażą i instalacją urządzeń pneumatycznych. ■

Andrzej Ławrzecki

Autor jest kierownikiem regionu w firmie ALMiG Kompressoren Polska SA