

Karolina PERZ

Politechnika Poznańska

Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, Poznań

WPLYW NIESZCZELNOŚCI INSTALACJI SPRĘŻONEGO POWIETRZA NA ZUŻYCIE ENERGII W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM

Słowa kluczowe

Sprężone powietrze, instalacja sprężonego powietrza, zużycie energii, nieuszczelności sieci sprężonego powietrza.

Streszczenie:

Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na problem strat energii w instalacjach sprężonego powietrza poprzez nieuszczelności układu dystrybucji powietrza. Przedstawia on najczęstsze przyczyny występowania nieuszczelności i omawia potencjalne możliwości przeciwdziałania ich powstawaniu. Ponadto zwraca uwagę na wpływ pojedynczych nieuszczelności na straty powietrza. Informacja ta ma swoje bezpośrednie przełożenie na poniesione koszty zasilania sprężarek związane z wytworzeniem odpowiedniego ciśnienia w sieci sprężonego powietrza.

Wprowadzenie

Sprężone powietrze znalazło szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, między innymi w liniach napełniających, laboratoriach, do drylowania, rozdrabniania, siekania, rozpylania, suszenia rozpyłowego, pakowania próżnio-

wego, homogenizacji, fluidyzacji, odpowietrzania, zagęszczania materiałów proszkowych (poprzez odsysanie powietrza) lub do filtrowania cieczy i gazów, napowietrzania, udrażniania, spulchniania, podcinania nawisów, i transportu materiałów sypkich. Powszechne stosowanie sprężonego powietrza wynika z zalet tego czynnika roboczego, którymi między innymi jest fakt, że jest bezpieczne, naturalne i łatwe w zastosowaniu. W przypadku stosowania sprężonego powietrza w przemyśle spożywczym dochodzi problem sprostania wymaganiom jakościowym powietrza. Wdrażanie norm jakościowych (ISO, HACCP) w polskich zakładach przemysłowych i rosnące ciągle wymagania stawiane produkowanym artykułom żywnościowym przez krajowych i zagranicznych konsumentów przekładają się bezpośrednio na reżim technologiczny i skłaniają do dokładniejszej analizy problemu czystości powietrza.

Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na problem strat energii w instalacjach sprężonego powietrza poprzez nieszczelności układu dystrybucji powietrza. Przedstawia najczęstsze przyczyny występowania nieszczelności i omawia potencjalne możliwości przeciwdziałania ich powstawaniu. Ponadto zwraca uwagę na wpływ pojedynczych nieszczelności na straty powietrza. Informacja ta ma swoje bezpośrednie przełożenie na poniesione koszty zasilania sprzężarek związane z wytworzeniem odpowiedniego ciśnienia w sieci sprężonego powietrza.

1. Zapotrzebowanie energetyczne układów sprężonego powietrza

Efektywne wykorzystanie energii w zakładach przemysłowych jest jednym z głównych filarów współczesnej polityki energetycznej w Europie. Jednak cały czas dzisiejszy świat w sposób zdecydowany zmierza ciągle w kierunku wzrostu zużycia energii pierwotnej. Sprężone powietrze jest bardzo często postrzegane jako tanie, a nawet darmowe źródło energii. Nic bardziej błędnego. Liczne badania potwierdzają, że przemysł wykorzystuje tylko około 30% produkowanego sprężonego powietrza [1], reszta jest tracona w wyniku nieszczelności, nieodpowiedniego ciśnienia przygotowanego powietrza, niewłaściwego użycia itp. W tabeli 1 przedstawiono potencjalne możliwości zmniejszenia energochłonności układów sprężonego powietrza. Pokazano także możliwości zastosowania konkretnych działań modernizacyjnych i procentowy wynik wprowadzenia tych działań w układach działających w rzeczywistości.

Możliwości oszczędności energii w instalacjach sprężonego powietrza wiążą się przede wszystkim ze zmniejszeniem zużycia energii poniesionej w procesie przesyłania sprężonego powietrza. Podstawowym zadaniem jest zwrócenie uwagi na nieszczelności występujące w instalacji.

Tabela 1. Możliwości działań modernizacyjnych obniżających energochłonność układów sprężonego powietrza [4]

	Możliwości zastosowania ¹⁾	Uzyskany obecnie wynik ²⁾
Silniki elektryczne wyższej sprawności	25%	2%
Napędy zmiennoobrotowe	25%	15%
Unowocześnienie sprężarek	30%	7%
Stosowanie zaawansowanych systemów sterowania	20%	12%
Poprawa systemu chłodzenia, osuszenia i filtracji	10%	5%
Prawidłowy projekt instalacji SP	50%	9%
Redukcja strat ciśnienia wynikających z tarcia	50%	3%
Redukcja wycieków powietrza	80%	2%
Częstsze wymiany filtrów	40%	2%

¹⁾ % systemów sprężonego powietrza, w których mierzone wartości są możliwe do zastosowania i efektywne kosztowo

²⁾ % redukcji w rocznym zużyciu energii (osiągnięte oszczędności z tytułu wykorzystania metod oszczędzania)

2. Straty energii spowodowane nieszczelnością sieci sprężonego powietrza

2.1. Przyczyny nieszczelności w układach sprężonego powietrza

Najczęstszymi przyczynami nieszczelności są:

- wady materiałowe,
- zmęczenie materiału,
- naprężenia konstrukcyjne,
- starzenie materiału (przede wszystkim uszczelki),
- uszkodzenia mechaniczne,
- wpływ środowiska (np. opary agresywnych substancji),
- drgania,
- inne.

Jednak główną przyczyną nieszczelności w instalacjach sprężonego powietrza jest brak kultury technicznej osób obsługujących maszynę i służb technicznych. Jest to najczęściej:

- brak działań zapobiegawczych – brak interwencji w przypadku wykrycia nieszczelności (maszyna pracuje poprawnie, jednak zapotrzebowanie sprężonego powietrza na wyjściu ze sprężarki jest dużo większe, powodując większe zużycie energii),
- naprawianie objawów, a nie wykrywanie i likwidacja przyczyn powstania nieszczelności – konsekwencją tego jest zwiększenie ciśnienia roboczego lub zwiększenie przepływu na zaworach dławiących, zwiększając zużycie energii na wytworzenie wyższego ciśnienia,

- nieodpowiednio przeprowadzone naprawy uszkodzeń – np. stosowanie podkładek na powierzchni czołowe zamiast wymiany uszczelnienia, stosowanie złączy z gwintem cylindrycznym, a nie stożkowym przy uszczelnianiu taśmą teflonową, nieprzestrzeganie zalecanych momentów dokręcania połączeń gwintowanych itp.

Bardzo często nieszczelności układów sprężonego powietrza występują już na etapie przygotowania powietrza w sprężarkowni [3]. Pojawiają się tam wycieki w miejscach połączeń spustów kondensatów, często też uszkodzone są plastikowe pojemniki filtrów, membrany regulatorów ciśnienia oraz wadliwie wykonane połączenia kolejnych modułów stacji. Nieszczelne są też zawory rozdzielające, a w nich uszkodzone uszczelnienia tłoków, suwaków, grzybków, czyli wszystkie elementy ruchome instalacji. W siłownikach tłoczyskowych występują często uszkodzenia uszczelnienia tłoka, co skutkuje dużymi przepływami powietrza pomiędzy komorami.

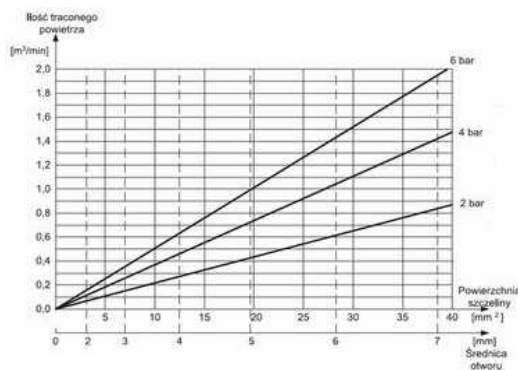
Większości tych nieszczelności można zapobiec, na przykład baczniej zwracając uwagę na eksploatację instalacji i urządzeń sieci sprężonego powietrza. Źle eksploatowane narzędzia pneumatyczne tracą szczelność głównie przez niewystarczające smarowanie powietrza mgłą olejową, co jest ewidentnym błędem zaniedbania poprawnej eksploatacji sieci. Oprócz tego warto zwrócić większą uwagę na naprężenia w elementach łącznych i na drgania układu. Są to główne przyczyny powstawania mikropęknięć i rozszczelnień układów pneumatycznych. Naprężenia mechaniczne powstają w wyniku rozszerzalności termicznej połączonych na sztywno przewodów pneumatycznych z częścią instalacji wykonanej w materiale o innej rozszerzalności termicznej. Podobna sytuacja jest z drganiami pochodzącymi ze sprężarki. Aby skutki występujących drgań nie miały tak niszczącego wpływu na instalację, zaleca się stosowanie w odpowiednich miejscach łączniki elastyczne hamujące propagację drgań na inne elementy sieci.

2.2. Wpływ nieszczelności sieci sprężonego powietrza na zużycie energii

Podawane przez różne źródła wyliczenia świadczą, że tylko od 5% do 20% energii elektrycznej zamieniane jest na energię sprężonego powietrza. Reszta energii elektrycznej zamieniana jest w sprężarkach na ciepło. Średnio 30% tej energii „wypuszczana” jest z powrotem do atmosfery przez wszelkiego rodzaju nieszczelności w instalacjach i urządzeniach pneumatycznych. W samych tylko Stanach Zjednoczonych szacuje się straty z tytułu źle zaprojektowanych i eksploatowanych instalacji sprężonego powietrza na kilka mld USD rocznie [5]. W Polsce problem nieszczelności jest jeszcze bardziej pomijany ze względu na bardzo niską świadomość służb utrzymania ruchu w tej dziedzinie. Powszechnie akceptowalny jest niewielki „syk” z instalacji, który postrzegany jest jako niewielki wyciek. Jednak nieszczelności słyszalne przez ucho ludzkie są wyciekami

bardzo dużymi. Większość niewielkich wycieków generuje fale dźwiękowe w paśmie ultradźwięków o największym natężeniu w zakresie 38–42 kHz, które są niesłyszalne przez człowieka. Suma powierzchni tych niewielkich, niesłyszalnych wycieków może być bardzo duża i może znacząco wpływać na koszty wytworzenia sprężonego powietrza. Na wykresie 1 przedstawiono straty sprężonego powietrza w zależności od wielkości otworu nieszczelności dla różnych wartości ciśnienia.

Jak można było przewidzieć, straty sprężonego powietrza są tym większe, im większy jest otwór nieszczelności. Straty te rosną też w zależności od ciśnienia pracy sieci sprężonego powietrza – im większe ciśnienie, tym większa ilość traconego powietrza. W skali roku powstałe straty z tytułu nieszczelności są głównym powodem zwiększenia kosztów eksploatacji sieci sprężonego powietrza.



Rys. 1. Straty powietrza w funkcji wielkości powierzchni szczeliny lub otworu nieszczelności [5]

Jeszcze gorzej wygląda sytuacja w przypadku pracy dwu- lub jednozmianowej. W przypadku przerwy pomiędzy kolejnymi zmianami w sieci nie jest podtrzymywane ciśnienie, lecz układ jest całkowicie wyłączony z ruchu. Powoduje to ciągłe obniżanie ciśnienia powietrza, które znajduje ujście właśnie przez powstałe nieszczelności. W momencie pojawienia się zapotrzebowania na czynnik cała instalacja musi zostać zapełniona po raz kolejny. Generuje to dodatkowy koszt i pochłania czas potrzebny na przygotowanie instalacji do pracy. W Polsce występują takie przypadki, kiedy to w zakładzie pracującym w trybie jednozmianowym przed rozpoczęciem porannej zmiany trzeba godzinę wcześniej uruchomić sprężarkę, aby o godzinie rozpoczęcia produkcji w sieci sprężonego powietrza było odpowiednie ciśnienie. Istnieją też przypadki, kiedy to zakłady pracy dwuzmianowej decydują się na utrzymywanie ciągłej pracy sprężarek (nie wyłączając ich w czasie trwania nocnej zmiany) w celu właśnie wyeliminowania spadku ciśnienia w sieci. Swoją niedbałość o instalację pneumatyczną tłumaczą najczęściej pełną dyspozycyjnością zasilania zakładu w sprężone powietrze [5]. Nikt w zakładzie

jednak nie zastanawia się nad tym, jakie to pociąga za sobą koszty i jaki jest ich udział w ogólnym zużyciu energii w zakładzie.

2.3. Działania zmierzające do zmniejszenia strat energii na skutek wycieków

Aby zmniejszyć zużycie energii poniesionej na wytworzenie sprężonego powietrza zużytej na pokrycie strat spowodowanych wyciekiem, należy rozważyć wprowadzenie działań przeciwdziałających powstawaniu tych strat. Należy pamiętać też o tym, że spadek ciśnienia pomiędzy zbiornikiem wyrównawczym a odbiornikami nie powinien przekraczać 10%. Większe wartości spadku mogą świadczyć właśnie o występowaniu nieszczelności w układzie.

Jednym ze sposobów zmniejszenia strat wycieków jest – jeśli jest to możliwe ze względów technologicznych – zmniejszenie prędkości przepływu. Aby zachować równe ciśnienie w wielu punktach sieci, należy dążyć do zamknięcia instalacji w „pętłę”, aby uniknąć spadków ciśnienia typowych dla szeregowych połączeń odbiorników. Jeżeli sieć jest rozległa, należy rozważyć zainstalowanie dodatkowego zbiornika w celu wzmocnienia końcowych punktów odbioru powietrza. Kolejnym działaniem przeciwdziałającym stratom ciśnienia w instalacji jest instalowanie największych odbiorników możliwie jak najbliżej źródła sprężonego powietrza, łącząc je możliwie jak najkrótszymi odcinkami rur. Elementy instalacji, które wymagają dodatkowej obsługi powinny być montowane z obejściem (by-pass), aby podczas niej nie trzeba było rozszczelniać układu. Bardzo ważne z punktu widzenia szczelności układu jest zamocowanie rurociągów. Podczas eksploatacji poddawane są one działaniu wysokiego ciśnienia i często podwyższonej temperatury, co może powodować rozszerzalność rur i być przyczyną rozszczelnienia. Połączenie pomiędzy siecią a odbiornikiem powinno być wykonane za pomocą przewodów elastycznych, które przeciwdziałają powstawaniu naprężeń. Podporządkowanie się do zalecanych działań spowoduje zmniejszenie zużycia energii w sieci sprężonego powietrza, zwłaszcza wywołanego przez jej nieszczelność [3].

Podsumowanie

Zmniejszenie zużycia energii w procesie wytwarzania i eksploatacji sprężonego powietrza jest dziś zadaniem priorytetowym. W pracy omówiono podstawowe zagadnienia pozwalające na zmniejszenie energochłonności tego procesu. Potencjał możliwości oszczędności należy skupić przede wszystkim na usunięciu wycieków i odpowiedniej eksploatacji sieci. Sprężone powietrze jest wygodnym, ogólnodostępnym medium znajdującym szerokie zastosowanie praktycznie we wszystkich branżach przemysłu spożywczego. Niestety jest przy tym również kłopotliwe zarówno przy wytwarzaniu, jak i przygotowaniu do użytku. Również koszty produkcji sprężonego powietrza są wysokie. Dlatego

stale poszukuje się równie wygodnych alternatywnych rozwiązań i sposobów na poprawienie efektywności jego użycia.

Bibliografia

1. Blaustein E., Radgen P. (wyd.): Compressed Air Systems in the European Union.
2. Dindorf R.: Ocena możliwości oszczędzania energii w systemach sprężonego powietrza. Energetyka nr 1/2010.
3. Halkiewicz W.: Jak oszczędzać energię w systemach sprężonego powietrza? Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice 2009.
4. http://e-bmp.pl/File/bmp_4bfe64296bc01.pdf.
5. Kocełuch A.: Sprężone powietrze generatorem kosztów cz. I – Utrzymanie ruchu 4/2009.

Recenzent:
Bogdan ŻÓŁTOWSKI

The influence of the compressed air leaks on the energy consumption in the food industry

Key words

Compressed air, compressed air system, energy consumption, leaks of the compressed air system.

Summary

The main goal of this paper is to pay attention on the problem of the energy losses in the compressed air installations, resulting from the leaks in the air distribution system. The most common causes of the leaks are described, together with the potential possibilities of avoiding leaks. Furthermore, the problem of the influence of the single leaks on the air losses is shown. This information has a direct impact on the costs of energy consumption of the compressors, related with the relevant air pressure generation in the compressed air system.

