- Jak prawidłowo dobrać wielkość urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej s. 10

Energia

2021/2022

Oszczędzanie energii w zakładach przemysłowych

Czy nadszedł wreszcie czas wodoru? s. 14

- Ewolucyjna polityka środowiskowa będzie miała duży wpływ na przemysł energetyczny s. 2
- Zielona transformacja to wyzwanie i szansa; ważne, by nie przeszkadzać przedsiębiorstwom s. 4
- Kiedy stosować sterowniki optymalizujące pracę instalacji chłodniczej s. 5
- Jak znaleźć swój brakujący współczynnik mocy s. 18
- Inteligentna pneumatyka maksymalizuje oszczędność energii – dwa sposoby wykorzystania s. 23

Dodatek do:
CONTROL ENGINEERING Polska
INŻYNIERIA & UTRZYMANIE RUCHU

Maggie Estrada, Rick Spurlock

Źródło: jannoon028 - pl.freepik.com

Ewoluujące polityki środowiskowe będą miały duży wpływ na przemysł energetyczny

Polityka i regulacje prawne wspierają przejście z paliw kopalnych na tzw. czystą energię.

W branży energetycznej szybko zmienia się polityka dotycząca źródeł energii. Obecnie zmierza w stronę większego udziału elektrowni wykorzystujących czyste źródła energii (wiatr, słońce, a ostatnio także akumulatory), które mają zastąpić różne technologie spalania, takie jak kotły, instalacje chłodnicze, turbiny pracujące w cyklu prostym i mieszanym. W wielu stanach w USA, zwłaszcza w Kalifornii, proponowane są dodatkowe działania mające na celu przyspieszenie daty, do której musi zostać wdrożony określony odsetek elektrowni wykorzystujących czystą energię.

Ma to ogromny wpływ na branżę energetyczną, ponieważ istniejące elektrownie zasilane paliwami kopalnymi nie są w stanie uzyskać przedłużenia umów na zakup energii (PPA) i w związku z tym przestawiają się na sprzedaż energii na wolnym rynku. Firmy zajmujące się eksploatacją i zarządzaniem (O&M) poszukują jednak kontraktów O&M dla elektrowni wiatrowych, wodnych, słonecznych i magazynów baterii, aby rozszerzyć swój portfel operacyjny. Turbiny gazowe, zwłaszcza te pracujące w cyklu prostym, wprowadzają funkcje „szybkiego rozruchu" i „niskiego obciążenia" w celu uzupełnienia energii, gdy jednostki odnawialne ograniczają lub wstrzymują dzienną produkcję. Te scenariusze operacyjne muszą być oceniane w odniesieniu do istniejących limitów i wymogów pozwolenia na emisję, aby uzyskać zgodność z obowiązującymi regulacjami, co często wymaga przeprowadzenia testów operacyjnych. Zmiany pozwolenia mogą być wymagane w celu dostosowania jego treści do konkretnych scenariuszy operacyjnych.

Zakłady produkujące biomasę odgrywają ważną rolę w utylizacji odpadów leśnych i rolnych – pozwoli to ograniczyć spalanie na otwartej przestrzeni i zminimalizować ilości odpadów na składowiskach. Operatorzy i zarządcy zakładów ściśle współpracują z decydentami, ponieważ liczą na to, że biomasa zostanie włączona do źródeł odnawialnych. Wiele

Źródło: bearfotos - pl.freepik.com

firm bada również nowe technologie, takie jak wychwytywanie dwutlenku węgla i ciekłego wodoru w zakładach wykorzystujących biomasę, aby znaleźć wzajemne powiązania i wdrożyć je w całej infrastrukturze.

Najważniejsze prognozy na rok 2021

1. Przesunięcie terminu osiągnięcia zgodności z przepisami dotyczącymi czystej energii.
Na przykład w Kalifornii można spodziewać się, że ustawodawca będzie dążył do osiągnięcia poziomu 100% czystej energii elektrycznej znacznie wcześniej niż przewiduje to obecny cel na rok 2045. Senate Bill 100 wymaga, aby cała gospodarka energetyczna Kalifornii była zerowa netto do 2045 roku, a nowy plan prezydenta Joego Bidena wzywa do osiągnięcia 100% czystej energii elektrycznej w całym kraju do 2035 roku.

2. Przemysł energetyczny zamierza osiągać czystą energię 24/7.
W tym roku należy spodziewać się ruchu w kierunku nowego standardu czystej energii 24/7 – kładzie on większy nacisk na pory dnia, które nie są tak dobrze obsługiwane przez energię słoneczną i wiatrową. Obecnie pory te są uzależnione od elektrowni wykorzystujących paliwa kopalne. Spowoduje to większe zapotrzebowanie na źródła odnawialne działające w trybie 24/7, takie jak biomasa i energia geotermalna, a także na długoterminowe magazynowanie energii.

3. Rozwój technologii i innowacji w zakresie wychwytywania dwutlenku węgla.
Ostatnie badania Lawrence'a Livermore'a zwróciły uwagę na potrzebę wychwytywania i magazynowania dwutlenku węgla. Aby osiągnąć ambitne cele związane ze zmianami klimatycznymi, wychwytywanie dwutlenku węgla jest koniecznością. Może radykalnie zmienić krajobraz energetyczny, ponieważ pozwala na dalsze wykorzystywanie gęstych energetycznie i wydajnych paliw opartych na węglu (np. węgiel, gaz ziemny i ropa naftowa) bez przyczyniania się do emisji dodatkowych gazów cieplarnianych do atmosfery.

Koszty przestrzegania przepisów

W ciągu ostatnich kilku lat koszty przestrzegania przepisów ochrony środowiska znacznie wzrosły, a zakłady znajdują się obecnie w sytuacji balansowania pomiędzy rosnącymi kosztami a przestrzeganiem przepisów. Główne koszty związane z przestrzeganiem przepisów ochrony środowiska można podzielić na następujące kategorie:

- Koszty utrzymania i funkcjonowania sprzętu do kontroli emisji, wraz ze sprzętem monitorującym poziom emisji. Opłaty za pozwolenia, wyposażenie do sterowania (np. stacje odpylania, elektroniczne separatory, filtry do deszczówki, obszary składowania substancji niebezpiecznych) i sprzęt monitorujący (np. ciągłe monitorowanie emisji, automatyczny sterownik do monitorowania deszczówki, kalibracje czujników).
- Środki wykorzystywane do uzyskania zgodności z przepisami, takie jak amoniak, wapno, pojemniki na odpady i opłaty za składowanie odpadów.
- Środki inżynieryjne, takie jak prowadzenie badań, testy emisji RATA, testy i raporty dotyczące odpadów toksycznych.
- Nakład pracy związany z utrzymaniem sprzętu pomiarowego. Przez ostatnie 20 lat wiele firm zatrudniło osobę zajmującą się wyłącznie utrzymywaniem zgodności z normami emisji w zakładzie pracy.
- Dodatkowe badania emisji wymagane przez organy regulacyjne.
- Nowe i ciągle modyfikowane standardy emisji i jakości odpadów. Coraz niższe limity emisji wymagają od fabryk wprowadzania kolejnych unowocześnień lub wymiany sprzętu sterującego.

Maggie Estrada jest wiceprezesem ds. ochrony środowiska w IHI Power Services Corp. Rick Spurlock jest dyrektorem ds. operacyjnych w IHI Power Services Corp.

■

Źródło: senivpetro - pl.freepik.com

> Polityka dotycząca źródeł energii zmierza obecnie w stronę większego udziału elektrowni wykorzystujących czyste źródła energii (wiatr, słońce, a ostatnio także akumulatory), które mają zastąpić różne technologie spalania.

PAP

Zielona transformacja to wyzwanie i szanse; ważne, by nie przeszkadzać przedsiębiorstwom

Zielona transformacja to z jednej strony wyzwanie, z drugiej szanse – także dla przedsiębiorstw, ale „ważne, by im nie przeszkadzać"– ocenił w poniedziałek wicepremier Jarosław Gowin podczas inauguracji klimatycznego projektu Life EkoMałopolska w Krakowie.

Źródło: dooder - pl.freepik.com

Klimatyczny projekt Life EkoMałopolska, wart 70 mln zł (16,4 mln euro), będzie realizowany w województwie do końca 2030 r. Wśród jego najważniejszych założeń są promocja odnawialnych źródeł energii, poprawa efektywności energetycznej. Projekt przewiduje m.in. tworzenie sieci ekodoradców ds. klimatu, projekty pilotażowe gmin samowystarczalnych energetycznie, szkół neutralnych klimatycznie.

Jak mówił podczas transmitowanego online wystąpienia wicepremier, minister rozwoju, pracy i technologii Jarosław Gowin, projekt Life EkoMałopolska to „pewna strategia synergiczna", której cele wpisują się w założenia planów poprawy jakości powietrza i środowiska na szczeblu unijnym, krajowym i regionalnym.

> Wśród najważniejszych założeń projektu Life EkoMałopolska są promocja odnawialnych źródeł energii i poprawa efektywności energetycznej.

– *Zielona transformacja to jest z jednej strony ogromne wyzwanie dla polskiej gospodarski, państwa. Potrzebujemy tutaj setek miliardów złotych inwestycji w najbliższych latach. Te środki będą pochodzić zarówno z funduszy unijnych, jak i ze środków krajowych*"– powiedział wicepremier.

Z drugiej strony – jak zaznaczył – zielona transformacja to szanse – szanse nie tylko na czyste powietrze i środowisko, ale i szanse gospodarcze: „na powstanie nowych, zielonych miejsc pracy w sektorach związanych z odnawialnymi źródłami energii i wielu innych, w tym w budownictwie".

W ocenie Gowina wprowadzanie nowych technologii i rozwiązań przyjaznych i neutralnych dla klimatu jest szansą rynkową dla polskich przedsiębiorstw, które – zdaniem wicepremiera – „zawsze sobie radziły i radzą z przystosowywaniem się do trendów rynkowych; ważne, żeby im nie przeszkadzać – tutaj istotna rola polityków, także w kontekście dyskusji o Polskim Ładzie, także w kontekście dyskusji o rozmaitych rozwiązaniach unijnych, dyrektywach, których projekty nie zawsze wydają się świadome wymogu zachowania konkurencyjności europejskiej gospodarki".

Gowin, który jako minister nauki uczestniczył w pracach nad Life EkoMałopolska, zapowiedział, że będzie wspierał działania w ramach tego programu. – *Gratuluję panu marszałkowi Tomaszowi Urynowiczowi podjęcia projektu* – powiedział.

> Zielona transformacja to szanse – szanse nie tylko na czyste powietrze i środowisko, ale i szanse gospodarcze: „na powstanie nowych, zielonych miejsc pracy w sektorach związanych z odnawialnymi źródłami energii i wielu innych, w tym w budownictwie"

Jak poinformował wicemarszałek Urynowicz, województwo małopolskie jest pierwszym, które przyjęło taki plan w zakresie przeciwdziałania i adaptacji do zmian klimatu. Województwo także jako jedyny region w UE realizuje dwa projekty zintegrowane Life (pierwszy projekt Life dotyczy ochrony powietrza-PAP). ■

RATHS, RATHS & JOHNSON INC.

Sterowniki optymalizujące pracę centralnych systemów chłodzenia – zalety i celowość instalowania

Wykorzystanie wyspecjalizowanych układów sterujących może zwiększyć efektywność i wydajność centralnych systemów chłodzenia w przemyśle i budynkach użytkowych.

Według amerykańskiej agencji ds. administracji informacjami dotyczącymi energii (*U.S. Energy Information Administration – EIA*) instalacje chłodnicze odpowiadają za 15% energii elektrycznej zużywanej w budynkach użytkowych w USA, tak więc zwiększanie wydajności chłodzenia zarówno w nowych budynkach, jak i istniejących – może zmniejszyć koszty operacyjne firm przy dążeniu do przekraczania celów zarządzania środowiskowego.

Zmierzenie się z tym wyzwaniem przyciągnęło uwagę specjalistów w przemyśle: producentów sprzętu, projektantów systemów, właścicieli zakładów, inspektorów nadzoru oraz inżynierów automatyków. Sterowniki optymalizujące pracę centralnych systemów chłodzenia CPOC (*cooling plant optimization controller*) to klasa dedykowanych sterowników, przeznaczonych do uzyskania jak największej wydajności tych systemów.

Przeanalizujmy modernizację centralnego systemu chłodzenia w fabryce, wykorzystującą opisaną poniżej sekwencję sterowania pracą dwóch agregatów wody lodowej (chillerów) o mocy 800 ton chłodniczych (2813,5 kW) każdy, za pomocą zmiennego przepływu wymuszanego przez pompy w obiegu pierwotnym oraz zmiennej prędkości pracy wentylatorów kolumnowych. Jaka jest najlepsza nastawa regulacji dla sekwencji pracy drugiego chillera?

Przeanalizowanie charakterystyki wydajności chillera pokazuje, że punkt najwyższej wydajności przesuwa się zarówno w zależności od temperatury wody w skraplaczu, jak i od obciążenia. Sekwencja operacji jest następująca:

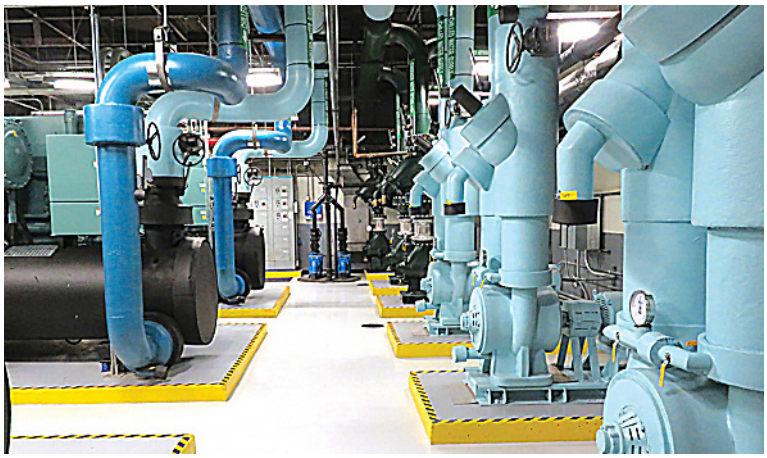
1. **Agregat jest włączony, chiller główny rozpoczyna pracę:**
   - Pompa wody skraplacza chillera głównego pracuje z prędkością 100%.
   - Wentylatory kolumnowe chłodzące chiller główny pracują z modulowaną prędkością, aby utrzymać nastawioną wartość temperatury wody w skraplaczu 7°F (3,9°C) powyżej temperatury otoczenia termometru mokrego, jednak nie wyższą niż 85°F (29,4°C).
   - Pompa wody lodowej zostaje włączona i pracuje z modulowaną prędkością, aby utrzymać nastawioną wartość ciśnienia różnicowego.
   - Główny chiller zostaje włączony i utrzymuje temperaturę wody lodowej, w zależności od temperatury powietrza na zewnątrz budynku, pomiędzy 44°F (6,67°C) a 49°F (9,44°C).

2. **Jeśli obciążenie chillera głównego przekracza 85% przez 10 minut:**
   - Pompa wody skraplacza chillera pomocniczego zostaje włączona i pracuje z prędkością 100%.
   - Pompa wody lodowej chillera pomocniczego zostaje włączona, a jej praca zsynchronizowana z pracą pompy chillera głównego.
   - Kolumnowy wentylator chillera pomocniczego zostaje włączony, a jego praca jest modulowana, podobnie jak praca wentylatora chillera głównego.
   - Chiller pomocniczy zostaje włączony i utrzymuje nastawioną wartość temperatury wody lodowej.

Ta ilustracyjna sekwencja pracy elementów centralnego systemu chłodzenia oferuje kilka korzyści operatorom i projektantom. Stosunkowo łatwo można przyjrzeć się systemowi i zorientować się, czy działa on tak, jak powinien, a pompy są sparowane z agregatami. Sekwencja ta ogranicza czasy pracy oraz liczbę uruchomień chillera, co korzystnie wpływa na wydłużenie czasu eksploatacji sprzętu. Napędy o zmiennej prędkości w wentylatorach kolumnowych, pompy wody lodowej oraz chillery mogą pracować tak, aby dostosować wydajność chłodzenia do obciążenia w budynku.

W skrócie: sekwencjonowanie pracy elementów centralnych systemów chłodzenia przynosi wiele korzyści ogólnych (lub szczególnych – jeśli zakład przemysłowy może otrzymać rabaty od zakładu energetycznego). Znaczące korzyści dotyczące wydajności:

- Praca chillerów na podstawie zapotrzebowania na moc chłodniczą, zamiast na podstawie punktów pracy przy największej sprawności, znacznie wpływa na wartość energii elektrycznej wymaganej do wytworzenia odpowiedniej mocy chłodniczej.
- Pompy mają największą sprawność w pewnych zakresach ich charakterystyk pracy. Praca dwóch pomp przy częściowym obciążeniu jest często efektywniejsza niż



Fot. 1. Centralny system chłodzenia o mocy 2100 ton chłodniczych (7385,4 kW), obsługujący wieżowiec mieszczący wiele pomieszczeń biurowych.
Źródło: Raths, Raths & Johnson Inc.

praca jednej przy pełnym obciążeniu, jednocześnie zaś spełniane są te same wymagania dotyczące wysokości podnoszenia i przepływu. W niektórych przypadkach praca równoległa dwóch pomp przy ich częściowym obciążeniu może także zwiększyć niezawodność systemu oraz zmniejszyć koszty konserwacji.

- Nie są potrzebne układy automatyki do analizowania i nadawania priorytetów resetom takich wielkości, jak: przepływ wody w skraplaczu, temperatura wody i generowana przez sprężarkę chillera różnica ciśnień pomiędzy czynnikiem chłodniczym w skraplaczu a czynnikiem chłodniczym w parowniku.
- Utrzymywana jest stabilna pracy chillera przy częściowym obciążeniu.

We wszystkich tych punktach można zadać pytanie: w jaki sposób można systematycznie wdrażać bardziej inteligentne układy automatyki, mogące obsługiwać sprzęt o wysokiej wydajności? Bardzo dobrym rozwiązaniem jest tu zastosowanie sterownika optymalizującego pracę centralnego systemu chłodzenia.

Kiedy i dlaczego należy rozważyć możliwość zainstalowania sterownika CPOC?

CPOC to sterownik dedykowany dla zakładów przemysłowych. Zawiera on układy logiczne, które sterują pracą sprzętu tak, aby było spełniane zapotrzebowanie na chłodzenie i jednocześnie zminimalizowany pobór energii. Wykorzystuje specjalistyczny pakiet oprogramowania, który typowo znajduje się w sterowniku automatyki budynkowej. Producenci zwykle oferują kilka pakietów CPOC, dostosowanych do centralnych systemów chłodzenia o różnej wielkości i złożoności – od małych systemów z dwoma agregatami do dużych systemów z magazynowaniem energii chłodniczej.

Każda z głównych firm produkujących systemy automatyki budynkowej posiada swój własny system CPOC. Jednocześnie na rynku konkuruje ze sobą kilka innych firm. Należy zauważyć, że systemy CPOC mają tendencję do bycia własnością firm, często wykorzystując opatentowane algorytmy, przeznaczone dla specjalistycznych wymagań optymalizacyjnych każdej z firm produkcyjnych (patrz fot. 2).

Istnieje wiele strategii optymalizacji pracy centralnych systemów chłodzenia, jednak ich szczegóły techniczne wykraczają poza zakres tego artykułu. Zasadniczo celami systemów CPOC są:

- Dostarczanie środków dostosowania sekwencji operacji elementów centralnych systemów chłodzenia do wymagań specyficznych projektów. Innymi słowy spełnianie roli tradycyjnej automatyki przemysłowej.
- Integrowanie charakterystyk pracy agregatów chłodniczych, w tym wydajności (kW/t) zarówno dla zmiennych obciążeń, jak i zmiennych temperatur wody w skraplaczu.
- Integrowanie charakterystyk pracy pomp wody lodowej oraz wody skraplacza i/lub poboru mocy przez pompy.
- Integrowanie poboru energii przez wentylatory kolumnowe.
- Zarządzanie harmonogramami resetu dla punktów nastaw temperatury wody lodowej oraz wody w skraplaczu oraz punktów nastaw ciśnienia.
- Wykorzystywanie otwartych protokołów (BACnet lub innych), co oznacza, że dany centralny system chłodzenia może być zintegrowany z systemem automatyki budynkowej (*building automation system – BAS*).

Co prawda logika optymalizacji oraz aspekty funkcji sterowania sekwencjonowaniem są już zawarte w pakietach oprogramowania, jednak dany projekt wymaga jeszcze skonfigurowania. Ponadto sterownik CPOC może wymagać doprowadzenia dodatkowych sygnałów wejściowych poza tradycyjną fabryczną sekwencją operacji, w tym sygnałów z przetworników prądu, mierników przepływu, czujników temperatury oraz czujników ciśnienia różnicowego.

W rzeczywistości koszt sprzętu CPOC jest tylko częścią ogólnego kosztu systemu. Czas przeznaczony na adaptację logiki zawartej w oprogramowaniu do konkretnego zakładu, zainstalowanie czujników oraz zintegrowanie sterownika CPOC z istniejącym systemem automatyki ma także wpływ na koszty projektu.

Podane niżej informacje pomagają w zorientowaniu się, czy zainstalowanie CPOC ma sens w danym zakładzie czy budynku.

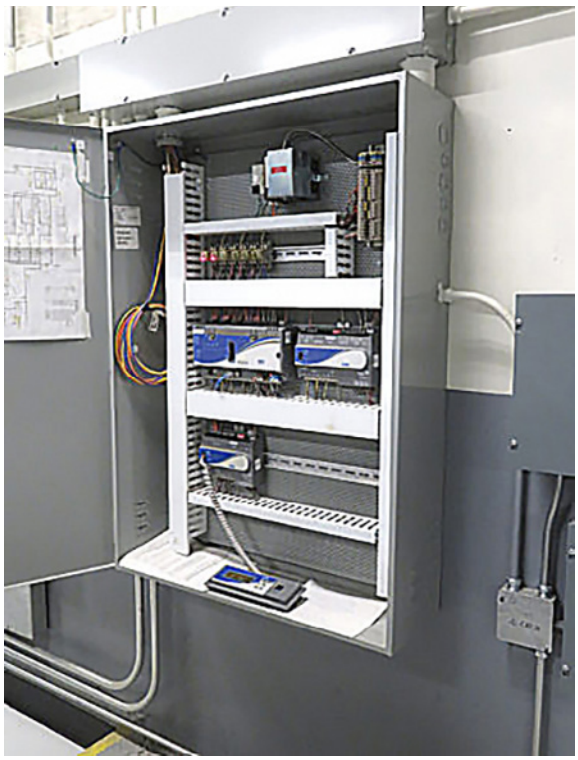
- Należy upewnić się, że centralny system chłodzenia jest tak złożony, że uzyska korzyści z zainstalowania zaawansowanej automatyki. System CPOC zwykle jest korzystny dla systemów posiadających wiele chillerów i pomp, które pracują przy zmiennych obciążeniach i ze zmiennym przepływem.
- Zwrot z inwestycji w sterownik CPOC zależy od

tego, czy system ten znacznie poprawi wydajność centralnego systemu chłodzenia. Jeśli dany system już pracuje dobrze, to koszty jego modernizacji za pomocą CPOC mogą nie być uzasadnione. Systemy chłodzenia, w których dokonano już inwestycji w nowoczesne sterowniki pomp, uzyskanie dobrej wartości delta T dla wody lodowej oraz strategie automatycznych resetów temperatury i ciśnienia, powinny być dokładnie przeanalizowane przez przydzieleniem funduszy na modernizację.

- Przy analizowaniu możliwości modernizacji starszych systemów należy przyjrzeć się istniejącemu sprzętowi chłodniczemu. Jeśli jeden agregat pracuje przy wydajności 0,4 kW/tonę chłodniczą, zaś starszy agregat pracuje przy wydajności 0,9 kW/tonę chłodniczą, to sekwencja pracy systemu może być oczywista i znana operatorowi, tak więc skomplikowany sterownik nie będzie operatorowi do niczego potrzebny. W takiej sytuacji sterownik CPOC może być źródłem frustracji i zostanie w końcu usunięty. Wymagane jest szczegółowe przeanalizowanie charakterystyk pracy chillera oraz charakterystyk pomp w celu określenia, czy sterownik CPOC jest potrzebny w zakładzie.
- Napędy o zmiennej prędkości (inwertery) w całym sprzęcie nie są warunkiem koniecznym dla projektu CPOC. W zależności od konfiguracji pomp, centralny system chłodzenia, posiadający wiele pomp pracujących z jedną prędkością obrotową oraz jedną pompę z inwerterem, może osiągnąć wymaganą modulację bez konieczności zainstalowania wielu napędów o zmiennej prędkości.
- Projekt CPOC może wymagać poniesienia szczególnych kosztów początkowych i powinien być rozważony w kontekście zwrotu z inwestycji oraz zwiększenia efektywności energetycznej dla zakładu/budynku.

W przypadku podjęcia decyzji o uruchomieniu projektu modernizacji centralnego systemu chłodzenia za pomocą zainstalowania sterownika CPOC można też rozważyć następujące wskazówki, jako części procesu projektowania i wdrażania:

- Należy przeanalizować stan techniczny posiadanego sprzętu oraz główne plany związane z wymianą, naprawą i/lub konserwacją sprzętu związanego z modernizacją automatyki. Na przykład modernizacja kart komunikacji dla starszych chillerów może pociągać za sobą znaczne koszty i czas.
- Zaleca się, aby w procesie podejmowania decyzji brał udział personel operacyjny zakładu. Praca w pełni zautomatyzowanej fabryki oznacza, że pracownicy mogą wymagać wsparcia ze strony projektantów oraz instalatorów nowego sprzętu i powinni otrzymać kompleksowe przeszkolenie.



Fot. 2. Sterownik optymalizujący pracę centralnego systemu chłodzenia, zamontowany w chillerach.
Źródło: Raths, Raths & Johnson Inc.

Podczas modernizowania starszych instalacji wiedza historyczna na temat fabryki może być nieoceniona w ustalaniu parametrów projektowych.

- Włączenie pracowników firmy instalującej układy automatyki oraz producenta CPOC do fazy ustalania budżetu na projekt może przynieść korzyści. Szczególnie w projektach modernizacji centralnych systemów chłodzenia koszty integracji mogą się znacznie różnić, w zależności od tego, jakie systemy już pracują w istniejącym systemie automatyki budynkowej. Różne roczniki oraz typy napędów VFD mogą posiadać funkcję pomiaru zużycia energii w czasie rzeczywistym, redukując koszty ich integracji ze sterownikiem CPOC.
- Dokonać oceny okazji i wyzwań związanych z pompami, obejmujących zawory po stronie obciążenia, syndrom niskiego poziomu Delta T oraz konfiguracje przepływu pierwotnego-wtórnego lub trzeciego rzędu.
- Określić wymagania dotyczące sekwencji pracy wentylatorów kolumnowych oraz minimalnego przepływu wody w skraplaczu.
- Uzyskać i przeanalizować charakterystyki wydajności chillera przy różnych obciążeniach oraz zmiennej temperaturze wody.
- Rozważyć, w jaki sposób użytkownicy będą obsługiwali sterownik CPOC. Jeśli w obiekcie istnieje

Tabela 1. Sekwencje pracy agregatów chłodniczych na podstawie zapotrzebowania na moc chłodniczą

Alokacja czasu wg AHRI	Obciążenie %	Obciążenie, tony chłodnicze	Liczba pracujących agregatów	Obciążenie na agregat, tony chłodnicze	Wydajność, kW/tona chłodnicza	Zużycie energii, kWh
1%	100	1785	3	595	0,639	17 120
42%	75	1339	2	669	0,526	443 656
45%	50	893	2	446	0,345	207 961
12%	25	446	1	446	0,345	27 728
					RAZEM	**696 446**

Szacowane zużycie energii przy sekwencyjnej pracy agregatów na podstawie zapotrzebowania na moc chłodniczą (*AHRI - Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute*; amerykański Instytut Klimatyzacji, Wentylacji i Chłodnictwa).

Tabela 2. Sekwencje pracy agregatów chłodniczych pracujących równolegle

Alokacja czasu wg AHRI	Obciążenie %	Obciążenie, tony chłodnicze	Liczba pracujących agregatów	Obciążenie na agregat, tony chłodnicze	Wydajność, kW/tona chłodnicza	Zużycie energii, kWh	Oszczędność energii, %
1%	100	1785	3	595	0,639	17 120	0
42%	75	1339	3	350	0,526	390 258	12
45%	50	893	3	350	0,345	197 705	5
12%	25	446	1	350	0,345	27 728	0
					RAZEM	**632 811**	**9,1**

Szacowane zużycie energii przy równoległej pracy agregatów na podstawie punktów najwyższej sprawności, uzyskanych z charakterystyk pracy sprzętu. *Źródło: Raths, Raths & Johnson Inc.*

układ automatyki budynkowej, to powinien być on preferowany, aby wszystkie układy sterowania były dostępne za pomocą jednego panelu operatorskiego. Alternatywą jest sterownik CPOC, do którego dostęp jest możliwy za pomocą oddzielnego interfejsu operatorskiego. Zintegrowanie z istniejącym układem automatyki budynkowej może oznaczać zrezygnowanie z wykorzystania pewnej wyspecjalizowanej grafiki sterownika CPOC, jednak zintegrowanie go z systemem BAS w zunifikowanym interfejsie pomoże w uczynieniu całego systemu łatwo dostępnym dla personelu operacyjnego. W zależności od wieku istniejącego układu automatyki budynkowej można też przyjąć podejście hybrydowe, w którym kluczowe wskaźniki efektywności przepływają przez system i mogą być wyświetlone na panelu automatyki budynkowej, jednak natywny interfejs CPOC jest także dostępny.

- Zaleca się, aby integrator systemów producenta/automatyki był częścią zespołu dokonującego odbioru technicznego, udzielając wsparcia przy opracowywaniu funkcjonalnych testów działania i biorąc udział w testowaniu CPOC oraz integrowaniu go z układem automatyki budynkowej.

Monitorowanie wydajności centralnego systemu chłodzenia

Znając wydajność centralnego systemu chłodzenia, kierownictwo zakładu może podejmować świadome decyzje dotyczące funkcjonowania systemu oraz nadawania priorytetów projektom głównych modernizacji. W starszych systemach rzadko znajduje się układ monitorujący w czasie rzeczywistym zużycie energii przez agregaty chłodnicze, który jest kluczowym narzędziem umożliwiającym operatorom zorientowanie się, czy ich usprawnienia działają. W wersjach 2016 oraz 2019 standardu ASHRAE Standard 90.1: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (standard energetyczny dla budynków z wyjątkiem niskich budynków mieszkalnych) dodano sekcję 6.4.3.11, wymagającą stosowania monitoringu zużycia energii przez systemy

chłodzenia wody lodowej oraz efektywności tych systemów w nowych budynkach zakładów przemysłowych i dla nowych centralnych systemów chłodzenia instalowanych w istniejących budynkach, gdy spełnione są następujące warunki:

- Chłodzone wodą centralne systemy chłodzenia o szczytowej wydajności większej od 1500 ton chłodniczych (5275,28 kW) dla Stref Klimatycznych 5 poprzez 8, 3C i 4C oraz o szczytowej wydajności większej od 1000 ton chłodniczych (3516,85 kW) dla wszystkich innych.
- Chłodzone powietrzem centralne systemy chłodzenia o szczytowej wydajności większej od 860 ton chłodniczych (3024,49 kW) dla Stref Klimatycznych 5 poprzez 8, 3C i 4C oraz o szczytowej wydajności większej od 570 ton chłodniczych (2004,61 kW) dla wszystkich innych.

Wydajność ta musi być obliczona w kW na tonę chłodniczą i skonfigurowana tak, aby wyświetlała trendy i wartości z 3 lat: co 15 minut, co godzinę, dzień, miesiąc i rok. Wymagania wersji 2018 i 2021 Międzynarodowego Kodeksu Konserwacji Energii (*International energy Conservation Code*) dla zapisu danych dotyczących zużycia energii dla poszczególnych źródeł w sekcji C405.12.4: Mierniki z wymaganiami dla zapisu danych oraz graficznych raportów zużycia energii w następujących sekcjach (*Meters with requirements for data retention and graphical energy reports in the following sections*).

Wydajność agregatów chłodniczych z napędem elektrycznym jest najczęściej wyrażana w kilowatach na tonę chłodniczą (kW/t) lub jako bezwymiarowy współczynnik wydajności. Pierwsza z tych wielkości to moc elektryczna potrzebna do wytworzenia 1 tony chłodniczej, natomiast współczynnik wydajności COP (*coefficient of performance*) jest stosunkiem uzyskanej mocy chłodniczej do pobieranej mocy elektrycznej. Wielkości te można obliczyć następująco:

$$COP = \frac{\omega \times (T_2 - T_1)}{6.826 \times \Sigma kW}$$

$$kW/t = \frac{24 \times \Sigma kW}{\omega \times (T_2 - T_1)}$$

gdzie:

ω – przepływ w galonach na minutę (0,04164 m^3/min)

T_2 – temperatura wody lodowej powrotnej w stopniach Fahrenheita (T[°F] = 9/5 x T[°C] + 32)

T_1 – temperatura wody lodowej wylotowej w stopniach Fahrenheita

ΣkW – suma mocy pobieranej przez system chłodniczy obejmujący: agregaty, pompy oraz wentylatory kolumnowe

(Współczynnik COP odnosi się zwykle do układów ogrzewania, natomiast w chłodnictwie stosuje się współczynnik wydajności chłodniczej EER (*energy efficiency ratio*), będący tak samo stosunkiem mocy chłodniczej do mocy elektrycznej pobieranej przez urządzenie chłodnicze – przyp. tłum.)

Wytyczna ASHRAE (Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Ogrzewnictwa, Chłodnictwa i Klimatyzacji; *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) 22-2012 „Przyrządy pomiarowe do monitorowania wydajności centralnych systemów chłodniczych wody lodowej" (*Instrumentation for Monitoring Central Chilled--Water Plant Efficiency)* podaje informacje techniczne na temat metod i urządzeń pomiarowych oraz procedury zbierania danych i wykonywania obliczeń. Wytyczna ta „pozwala użytkownikowi monitorować wydajność centralnego systemu chłodzenia wody lodowej oraz dokonywać modyfikacji punktów nastaw systemu tak, aby ogólna wydajność centralnego systemu chłodzenia wody lodowej wzrosła". Dokument ten zawiera też informacje na temat wymaganych dokładności przyrządów pomiarowych, aby uzyskać zalecaną dokładność 5% obliczeń całkowitej wydajności centralnego systemu chłodniczego.

W pewnym centralnym systemie chłodzenia, składającym się z trzech chillerów, każdy silnik jest wyposażony w układ monitorujący pobierany prąd. Można to uzyskać za pomocą zainstalowania napędu VFD posiadającego możliwość pomiaru prądu w czasie rzeczywistym albo osobnego miernika energii. Dostarczana moc chłodnicza jest ustalana na podstawie monitoringu temperatury wody lodowej wychodzącej, temperatury wody lodowej powrotnej oraz przepływu wody lodowej.

Sterownik CPOC umożliwia długoterminową poprawę wydajności centralnego systemu chłodzenia. Wyzwaniem dla modernizacji układów automatyki sterującej jest to, że konieczna jest dodatkowa inwestycja poza minimalnym zakresem wymaganym dla kontrolowania pracy systemu chłodzenia zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami.

Projektanci oraz operatorzy mogą współpracować ze sobą przy ocenie możliwości wprowadzania modernizacji oraz uzyskania związanego z nią zwrotu z inwestycji (ROI). Oczekuje się, że w przyszłości postępy w dziedzinie uczenia maszynowego oraz sztucznej inteligencji będą wspierały wprowadzanie innowacji w centralnych systemach chłodniczych.

Sterowniki optymalizujące pracę centralnych systemów chłodzenia CPOC (*cooling plant optimization controller*) to klasa dedykowanych sterowników, przeznaczonych do uzyskania jak największej wydajności tych systemów.

Daniel McJacobson, starszy inżynier ds. projektów w firmie Raths, Raths & Johnson Inc.

■

Mark Dziedzic, *SolaHD*

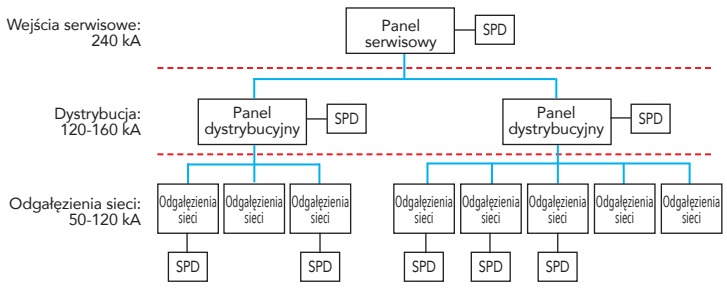
Jak prawidłowo dobrać wielkość urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej

Aby prawidłowo dobrać urządzenie SPD, należy właściwie rozumieć wartości znamionowe związane z jego zastosowaniem.

Kiedy występuje przepięcie elektryczne, wówczas napięcie znacznie przekraczające akceptowane poziomy napięcia szczytowego może przedostać się przez obwody budynku do urządzeń elektrycznych. Bez odpowiedniej ochrony sprzęt ten jest podatny na uszkodzenia lub awarie. Urządzenie ochrony przeciwprzepięciowej (SPD) może zniwelować te skoki napięcia. Dobór urządzenia SPD wymaga poznania i zrozumienia wartości znamionowych związanych z jego zastosowaniem. Wartości parametrów i wartości znamionowe związane z SPD obejmują maksymalne ciągłe napięcie robocze (MCOV), wartość znamionową ochrony napięciowej (VPR), znamionowy prąd rozładowania (In) i wartość znamionową prądu zwarcia (SCCR). Najczęściej opacznie rozumianą wartością znamionową jest wartość znamionowa prądu przepięciowego, zwykle określana w kiloamperach (kA). Norma UL1449 została opracowana w celu wyeliminowania niejednoznaczności i zapewnienia właściwej ochrony przy zachowaniu równych szans. Na przestrzeni lat była ona jednak wielokrotnie zmieniana i wszelkie SPD (lub filtry) zainstalowane w obiekcie lub urządzeniach przed rokiem 2009 powinny być sprawdzone pod kątem zgodności.

Wytyczne dotyczące urządzeń SPD

Na temat właściwego poziomu znamionowego prądu przepięciowego (kA) dla różnych lokalizacji jest niewiele opublikowanych danych lub nawet zaleceń. Instytut IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) dostarcza informacji na temat wartości znamionowych przepięć, ale nie publikuje zaleceń. Niestety, nie jest dostępne żadne sprawdzone równanie lub kalkulator, który umożliwia wprowadzenie wymagań i otrzymanie rozwiązania. Wszelkie informacje podawane przez producenta, za pomocą kalkulatorów lub innych środków, są jedynie zaleceniami. Zwykle przyjmuje się, że im większy panel, tym większa wartość znamionowa kA urządzenia wymagana do ochrony. Innym błędnym założeniem jest to, że jeśli 200 kA jest dobre, to 400 kA musi być dwa razy lepsze. Nie zawsze jest to prawdą. Na podstawie doświadczeń w branży elektrycznej firma Emerson opracowała wskazówki dotyczące stosowania wartości znamionowych prądu przepięciowego.



Rys. 1. Kaskadowe tłumienie przepięć IEEE Standard 1100. *Grafika: SolaHD*

Rozmiar panelu	Ocena ochrony przepięcia (dla jednej fazy) Zalecany stopień ochrony	
	lepsza	najlepsza
0 – 225 A	50 kA	100 kA
400 – 600 A	100 kA	200 kA
800 – 1200 A	100 kA	200 kA
1600 – 2500 A	200 kA	300 kA
3000 A i więcej	300 kA	300 kA

Rys. 2. Po ustaleniu, gdzie mają być zainstalowane urządzenia SPD, pomoc w określeniu wartości znamionowej przepięcia (poziomu ochrony) można znaleźć w danych znamionowych amperów paneli. *Grafika: SolaHD*

Ochrona kaskadowa

Aby zoptymalizować tłumienie w całym systemie, SPD powinny być instalowane na wszystkich poziomach systemu dystrybucji energii elektrycznej. Jest to znane w przemyśle elektrycznym jako kaskadowanie lub warstwowanie. IEEE określa to jako „ochronę na różnych poziomach". Kaskadowa ochrona przeciwprzepięciowa zapewnia dodatkowe tłumienie dużych stanów przejściowych, które przedostają się z wejścia serwisowego, poprzez dalsze obniżenie napięcia przebicia. Tłumione są również częściej generowane wewnętrzne stany przejściowe. Napięcie przebicia jest napięciem pojawiającym się po stronie urządzenia (stronie obciążenia) SPD, gdy napięcie/prąd impulsowy o określonym kształcie fali i amplitudzie jest przyłożony do linii po stronie SPD. Można je wykorzystać do porównania zdolności różnych SPD do obniżenia napięcia udarowego dla urządzenia wymagającego ochrony.

Standard IEEE 1100 zaleca kaskadowe poziomy ochrony od wejścia do sieci do paneli dystrybucyjnych i oddziałowych, a nawet ochronę poszczególnych obciążeń. Im bliżej wejścia do sieci, tym mocniejsze powinny być urządzenia. Taka strategia ochrony zapewnia ochronę obiektu i odbiorników krytycznych. Zalecając wartość znamionową kA na fazę, należy

kierować się ogólną zasadą 3-2-1: wejście serwisowe powinno mieć 300 kA, panele dystrybucyjne 200 kA, a panele rozgałęziające mogą mieć 100 kA na fazę.

Rodzaje lokalizacji SPD

Wielkość rozdzielnicy nie odgrywa znaczącej roli przy wyborze wartości znamionowej kA. O wiele ważniejsza jest lokalizacja panelu w obiekcie. UL1449 definiuje typy lokalizacji w obiekcie jako:

- **Typ 1** jest przeznaczony do stałego zastosowania na wejściu serwisowym. Może być nawet przed głównym odłącznikiem. Urządzenie typu 1 UL1449 może być zainstalowane na głównym budynku lub na pierwszym odłączniku.
- **Typ 2** jest przeznaczony do instalacji po stronie obciążenia głównego panelu wejściowego.
- **Typ 3** jest przeznaczony dla specyficznych urządzeń, określanych w normie jako „point of utilization".
- **Typ 4** jest urządzeniem komponentowym, przeznaczonym do bycia częścią większego zespołu i nie jest zatwierdzony do samodzielnego użytku bez dodatkowej oceny bezpieczeństwa. Należy zachować ostrożność w przypadku otrzymania oferty na urządzenie typu 4, które ma być zainstalowane w panelu sterowania. Konstruktor centrali będzie odpowiedzialny za przedstawienie zatwierdzenia bezpieczeństwa przez stronę trzecią, w przeciwnym razie nie będzie ono objęte ochroną w przypadku poważnej awarii.
- **Typ 5** jest podstawowym elementem, takim jak warystor z tlenku metalu (MOV), krzemowa dioda lawinowa lub lampa wyładowcza. Te elementy z pewnością nie mogą być instalowane bezpośrednio w obiekcie.

Zalecenia

Wybór odpowiedniej wartości znamionowej przepięcia dla SPD sprowadza się do:

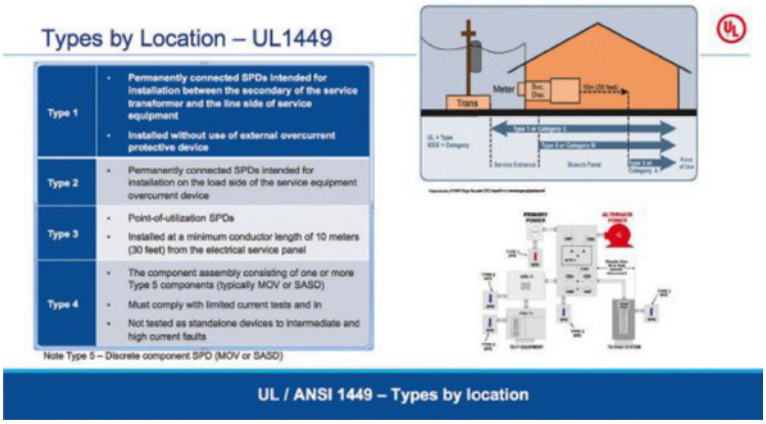
1) umiejscowienia SPD w rozdzielni elektrycznej;
2) położenia geograficznego obiektu.

Lokalizacja kA:

- Panel serwisowy: 300 kA/fazę,
- Panel dystrybucyjny: 200 kA/fazę,
- Tablice odgałęźne: 100 kA/fazę.

Firma Emerson zaleca stosowanie powyższych wartości znamionowych prądu przepięciowego w zależności od umiejscowienia urządzenia SPD w rozdzielni elektrycznej, zgodnie z ogólną zasadą 3–2–1.

Większe, bardziej niszczące prądy przepięciowe występują głównie przy wejściu do instalacji. W rzadkich przypadkach, gdy np. poziom narażenia jest „ekstremalny", rozsądne może okazać się zwiększenie wartości znamionowych prądu przepięciowego. W takich przypadkach urządzenie SPD będzie częściej narażone na większe przepięcia. Przy prawidłowej wartości znamionowej prądu przepięciowego dla danego zastosowania, urządzenie SPD może być narażone na większą liczbę przepięć,



Rys. 3. Typy UL/ANSI 1449 według lokalizacji. *Grafika: SolaHD*

zanim będzie wymagało wymiany. Doświadczenie z produktami SPD pokazuje, że urządzenie o wartości znamionowej prądu przepięciowego pomiędzy 240 a 250 kA dla panelu serwisowego lub obciążenia krytycznego zapewnia z czasem wiele lat pracy w miejscach o wysokim i średnim narażeniu.

Uwagi końcowe

Zadaniem urządzenia do ochrony przeciwprzepięciowej jest bocznikowanie i tłumienie napięć przejściowych wprowadzanych do systemu dystrybucji energii elektrycznej ze źródła zewnętrznego lub wewnętrznego. Dobór właściwego urządzenia SPD o odpowiedniej wartości prądu przepięciowego w całym systemie dystrybucji energii elektrycznej zapewnia najlepszą żywotność sprzętu. Przy wyborze SPD należy pamiętać o następujących kluczowych kwestiach:

Zapewnienie właściwej ochrony przeciwprzepięciowej obiektu i jego wyposażenia wymaga więcej niż pojedynczego SPD umieszczonego na wejściu serwisowym. Zalecamy kaskadowe SPD o odpowiedniej wartości znamionowej prądu przepięciowego dla każdej lokalizacji. Zapewnia to lepsze tłumienie dla panelu serwisowego lub krytycznego obciążenia.

Przewymiarowanie SPD w stosunku do jego zastosowania nie może zaszkodzić systemowi, ale niedowymiarowanie SPD może spowodować przedwczesną awarię urządzenia.

W przypadku bezpośrednich uderzeń pioruna, same urządzenia SPD nie zastępują kompleksowej ochrony odgromowej. Przestrzeganie wytycznych dotyczących doboru wielkości i rozmieszczenia SPD w całym systemie dystrybucji energii elektrycznej eliminuje konieczność zgadywania i maksymalizuje tłumienie przepięć w każdym punkcie. Pamiętaj, że większe nie zawsze znaczy lepsze. Należy dobrać odpowiedni rozmiar SPD do obciążenia i chronić krytyczne panele i obciążenia, aby zapewnić maksymalny zwrot z inwestycji.

Mark Dziedzic jest starszym menedżerem ds. marketingu produktu, produktów jakości zasilania SolaHD, Appleton Group. SolaHD jest częścią firmy Emerson.

FINDER POLSKA

Bilansowanie kosztów inwestycji rosnącymi cenami prądu

Ceny prądu w Polsce rosną najszybciej w Unii Europejskiej.

Monitoring napięcia na nowym liczniku energii serii 7M.

Stale rosnące koszty energii elektrycznej, na przestrzeni ostatnich lat, w naszym kraju są koszmarem Kowalskich i Nowaków. Jak podaje Buisness Insaider powołując się na dane Eurostat, w ubiegłym roku w Polsce mieliśmy największy wzrost cen w całej Europie (14,1%) – w tym samym okresie w Unii Europejskiej energia potaniała średnio o 1,7%. Mimo podwyżek polskie ceny prądu w przeliczeniu na jedną kilowatogodzinę to około 15 eurocentów – ceny te są niższe niż w połowie krajów UE, w której średnia to 21 eurocentów. Pozwala to jednak domniemywać, że w najbliższych latach nie unikniemy kolejnych podwyżek, zwłaszcza zważywszy na galopujące w górę ceny uprawnień do emisji CO_2. Efektem tego jest boom inwestycyjny na rynku energii odnawialnej w naszym kraju, a według ubiegłorocznych prognoz Instytutu Energetyki Odnawialnej obroty na runku fotowoltaiki mają w tym roku wzrosnąć w stosunku do poprzedniego o 25%, przekraczając 5 miliardów złotych.

Gospodarstwa domowe i przedsiębiorstwa szukają rozwiązań

Gospodarstwa domowe kuszone są rozwiązaniami w postaci instalacji fotowoltaicznych i pompy ciepła, na które póki co cały czas wznawiane są jeszcze programy rządowe takie jak np. „Mój prąd" (trzecia edycja ruszyła 1 lipca br.). Pomagają one poprzez dofinansowania łatwiej podjąć decyzję na temat inwestycji. Dotychczas koszty modernizacji pozwalających na wprowadzenie oszczędności energii w zakładach leżały głównie po stronie przedsiębiorstwa. W ostatnim czasie pojawiły się jednak rozwiązania ułatwiające im to i pozwalające na w zasadzie bezkosztowe wprowadzenie oszczędności. Firmy zajmujące się obsługą BMS zaczęły oferować klientom darmową modernizację zakładu w zamian za połowę środków zaoszczędzonych dzięki niej na przestrzeni kilku następnych lat. Takie leasingowanie inwestycji może być ciekawym rozwiązaniem m.in. dla sklepów wielkopowierzchniowych czy zakładów posiadających instalacje z czasów, kiedy mało kto przejmował się kosztami energii, a wszelkie zmiany są odkładane ze względu na wysokie koszty. Oszczędności są odczuwalne od razu po modernizacji, a beneficjent – zgodnie z umową – dzieli się nimi z integratorem. Nowe funkcjonalności BMS pozwalają nawet na wykrycie wycieku wody z nieszczelnych spłuczek w toaletach. Dlatego w ostatnich latach można zaobserwować wzrost zainteresowania analizą parametrów i zużycia dostarczanych mediów zarówno do biur, zakładów, a nawet coraz częściej do mieszkań.

Kalkulacja kosztu produkcji dla 1 elementu

W przypadku niektórych przedsiębiorców wzrost cen energii minimalizuje ich zysk niemal do zera. Firmy produkujące coraz częściej przykładają szczególną uwagę do analizy kosztów prądu. Bardzo skrupulatnie kalkulują koszt energii potrzebnej do wytworzenia 1 elementu, co pozwala dokładniej obliczać ceny sprzedaży swoich wyrobów. Jest to istotne zwłaszcza wtedy, gdy startują w przetargu z realizacją za kilka bądź kilkanaście miesięcy. Aby łatwiej oszacować szczegółowe dane dotyczące energii zasilającej maszyny, warto skorzystać z nowych rozwiązań dostępnych na rynku, takich jak np. seria liczników 7M z certyfkatem MID. Urządzenia są uniwersalne, mogą działać w sieciach 3- lub 4-przewodowych oraz z przekładnikami lub przy podłączeniu bezpośrednim

do 80 A. Dają też możliwość odczytu wielu parametrów, takich jak: V, A, PF, kW, kVA, kvar, Hz, THD V, THD A, a następnie za pomocą linii Modbus lub Mbus przesyłania danych do instalacji BMS. Dokładna analiza tych danych pozwala w niektórych przypadkach osiągnąć efekt predykcji awarii urządzeń, planując z wyprzedzeniem serwis lub zawczasu zamawiając urządzenia, których żywotność już się kończy, o czym świadczą wykładniczo rosnące krzywe wartości parametrów z tabliczki znamionowej. Liczniki serii 7M pozwalają też w dowolnym momencie odczytać zmierzone wartości przy pomocy telefonu z NFC i zainstalowaną aplikacją Finder Toolbox. Rozwiązanie jest szczególnie wygodne dla osób będących bezpośrednio przy szafie, w której jest zamontowany licznik. Chcąc zebrać aktualne dane – w jednym momencie mogą odczytać wszystkie parametry urządzenia. Z poziomu aplikacji można też wykluczyć do minimum parametry pojawiające się na wyświetlaczu urządzenia.

Możliwości takich odczytów energii bardzo często wykorzystuje się też w buisness parkach, gdzie każdy najemca korzysta z mediów w innym stopniu. Analiza danych z podliczników pozwala określić energię czynną, bierną i pozorną dla każdego z nich, co zdecydowanie ułatwia rozliczenia wynajmujących.

Efektywność inwestycji

Optymalizacja kosztów zużycia energii nie jest chwilową modą, lecz trendem, który jest na stałe wpisany w założenia przemysłu 4.0. Rosnące koszty energii przerażają przedsiębiorców, ale też motywują ich do bardziej konkretnych działań, a to przekłada się na szybszy zwrot zainwestowanych środków. Nowe technologie, takie jak liczniki 7M, pozwalają monitorować większą liczbę parametrów oraz prostszymi metodami odczytywać z nich interesujące nas dane. Dają tym samym większą świadomość eksploatacji maszyn, co z kolei pozwala z wyprzedzeniem planować działania takie jak wcześniejsze zakupy wyeksploatowanego sprzętu, minimalizując lub wykluczając całkowicie lead time. Pozwala to zapobiegać nieplanowanym przestojom w produkcji, przez co polskie fabryki stają się bardziej ekonomiczne i lepiej zorganizowane. Dodatkowym plusem jest również oszczędność czasu, a także ułatwienia w codziennej pracy dla pracowników służb utrzymania ruchu. Wiele firm zaczyna dzięki temu prognozować emisyjność CO_2 i choć to jeszcze długa droga, mogą wprowadzać działania mające na celu doprowadzenie w przyszłości do neutralności emisyjnej.

Inteligentne liczniki energii

Odczyt parametrów licznika po zaniku zasilania

Programowanie dostosowane do Twoich potrzeb za pomocą aplikacji

NEW

Seria 7M

- NFC — Programowanie za pomocą technologii NFC
- Modbus RS485 — Protokół Modbus RS485
- Mbus — Protokół Mbus
- MID — Certyfikat MID
- →70°C — Zakres temperatur: max 70°C

FINDER Polska Sp. z o.o.
ul. Logistyczna 27, 62-080 Sady
finder.pl@findernet.com
findernet.com

finder®
SWITCH TO THE FUTURE

Todd Ellerton, *Honeywell Thermal Solutions*

Czy nadszedł wreszcie czas wodoru?

Wodór może zapewnić nam wszystkim bardziej ekologiczną przyszłość, ale wykorzystanie jego pełnego potencjału wymaga wiedzy technicznej.

Najobficiej występujący pierwiastek we wszechświecie oferuje nam najlepszą jak dotąd szansę na skuteczną walkę z globalnymi zmianami klimatu. Dzieje się tak, ponieważ wodór produkowany przy użyciu odnawialnych źródeł energii, takich jak wiatr czy słońce, nie emituje dwutlenku węgla. Dzięki temu może odegrać główną rolę w nowej generacji sieciach czystej energii. Wykorzystanie jego potencjału staje się coraz ważniejsze. Począwszy od pożarów lasów na zachodzie USA i suszy w Australii, po coraz bardziej niszczycielskie karaibskie huragany i topnienie antarktycznych lodowców, dziesiątki miliardów ton dwutlenku węgla, które rocznie emitujemy na całym świecie, zbierają swoje żniwo. Poparcie społeczne dla ograniczania wpływu zmian klimatycznych nigdy nie było większe, nawet tam, gdzie nie obowiązują przepisy lub nie wprowadzono ograniczeń.

Te nastroje znajdują odzwierciedlenie w coraz bardziej rygorystycznych przepisach, takich jak zobowiązanie Wspólnoty Europejskiej do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla o około 40% w 2030 roku i osiągnięcia neutralności węglowej do 2050 roku. Aby skutecznie osiągnąć te cele, wodór i inne alternatywne źródła energii muszą przejść z fazy prób do zastosowania w praktyce. Środowiska naukowe i gospodarcze są zgodne co do tego, że wodór może zapewnić nam neutralną pod względem emisji dwutlenku węgla przyszłość i nie tracimy przy tym na elastyczności, bezpieczeństwie, wydajności i sprawności, które są wymagane przez odbiorców energii w gospodarstwach domowych i przemyśle.

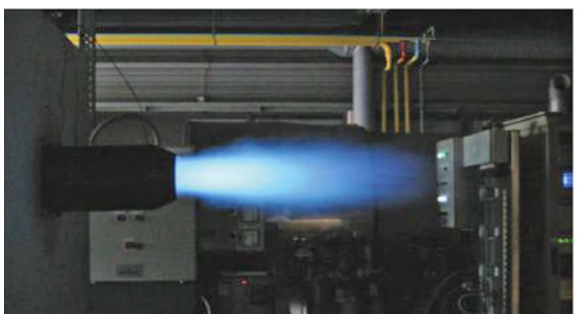
Wodór a gaz ziemny

Oto kilka podstawowych informacji na temat wodoru, a w szczególności, jak wypada on w porównaniu z gazem ziemnym. W przeliczeniu na objętość, wartość opałowa wodoru stanowi około jedną trzecią wartości opałowej gazu ziemnego, a podczas spalania wytwarza on czystą parę wodną. W przeciwieństwie do ropy naftowej i gazu ziemnego, wodór nie jest paliwem samym w sobie; jest to sposób przechowywania i transportu energii, co jest szczególnie ważne dla energii odnawialnej.

Składający się z jednego protonu i jednego elektronu wodór jest bezbarwny, bezwonny, bez smaku i nietoksyczny. Jest osiem razy lżejszy od gazu ziemnego i spala się osiem razy szybciej, co prowadzi do skrócenia długości płomienia. W przeciwieństwie do gazu ziemnego i wielu innych paliw węglowych, wodór nagrzewa się przy zmniejszaniu ciśnienia. Energia iskry potrzebna do jego zapłonu jest 15 razy mniejsza niż w przypadku gazu ziemnego. Wodór ma szeroki zakres palności w porównaniu z gazem ziemnym. Podczas gdy gaz ziemny jest łatwopalny w zakresie od 4 do 16% objętości gazu w mieszaninie gazu i powietrza, wodór jest łatwopalny w zakresie od 4 do 77% objętości wodoru w mieszaninie. Wodór jest obiecującym źródłem czystej energii, ale ze względu na jego palność należy z nim postępować ostrożnie i przetwarzać inaczej niż pozostałe paliwa.

Walka z emisją w przemyśle

Wodór oferuje największe możliwości transformacji w sektorze przemysłowym, ponieważ około dwie trzecie światowej emisji dwutlenku węgla niezwiązanej z rolnictwem powstaje w wyniku spalania paliw kopalnych w transporcie i elektrowniach. Kolejne 25% jest emitowane przez urządzenia termiczne w różnych zastosowaniach w przemyśle wytwórczym i ogrzewaniu komercyjnym. Większość z tych urządzeń termicznych jest opalana gazem ziemnym (niemal



Wodór może zapewnić nam neutralną pod względem emisji dwutlenku węgla przyszłość i nie tracimy przy tym na elastyczności, bezpieczeństwie, wydajności i sprawności, które są wymagane przez odbiorców energii w gospodarstwach domowych i przemyśle.

90%), a tylko niewielka część olejem opałowym. Wykorzystanie wodoru może zmniejszyć lub nawet wyeliminować emisję dwutlenku węgla w tych zastosowaniach. Na przykład w palniku o niskiej wartości opałowej (LHV) o mocy 25 milionów Btu/h (około 7,5 MW), pracującym w procesie ciągłym 24 godziny na dobę, zmieniając paliwo z gazu ziemnego na wodór, można ograniczyć emisję dwutlenku węgla o 33 tony dziennie.

Zmuszane przez ustawodawstwo rządowe i opinię publiczną firmy energetyczne stopniowo rezygnują z elektrowni opalanych paliwami kopalnymi na rzecz odnawialnych form energii, takich jak energia wiatrowa i słoneczna. Nieprzewidywalne zachowania odnawialnych źródeł energii powodują jednak rosnące obawy o to, jak dopasować wytwarzanie energii do zapotrzebowania na nią w dłuższej perspektywie czasu. W tym przypadku wodór ma istotne znaczenie jako bufor lub nośnik energii. Przemysł nie jest jeszcze w stanie przejść bezpośrednio na wodór, dlatego na razie miesza się wodór z gazem ziemnym w podobny sposób, w jaki w niektórych sektorach etanol miesza się z benzyną. W połączeniu te dwa paliwa wytwarzają mniej dwutlenku węgla, przy czym poziom ten zależy od ilości dodanego wodoru. Na przykład, jeśli mieszanka 20% wodoru i 80% gazu ziemnego byłaby spalana w sposób ciągły przy 10 milionach Btu/h LHV (około 3200 kW), nastąpiłoby zmniejszenie emisji dwutlenku węgla o około jedną tonę dziennie, co odpowiadałoby zmniejszeniu emisji dwutlenku węgla o prawie 350 ton rocznie (patrz rys. 1).

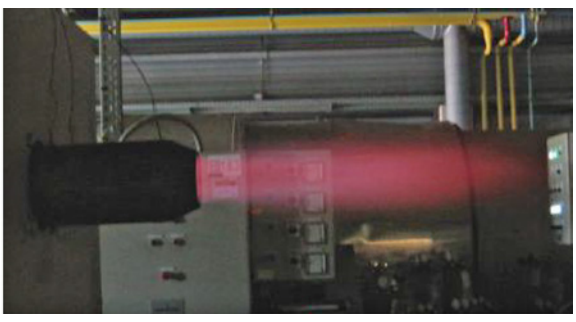
Pokonywanie barier utrudniających wykorzystanie wodoru

Do tej pory powszechne zastosowanie wodoru było hamowane przez szereg czynników, w tym brak infrastruktury, ograniczone możliwości produkcyjne, wysokie koszty i wyjątkowe właściwości, które sprawiają, że pierwiastek ten jest trudny w obsłudze. Podstawowym wyzwaniem jest bezpieczny transport i przechowywanie wodoru. W przeszłości odpowiednia infrastruktura była ograniczona, obecnie budowane są nowe sieci przesyłowe i obiekty magazynowe przystosowane do transportu wodoru (patrz rys. 2).

Przedsiębiorstwa energetyczne zdają sobie sprawę, że ich sieci gazu ziemnego mogą być przystosowane do przyjęcia wodoru przy akceptowalnych kosztach. Na przykład Europa posiada rozległą sieć gazową, którą można stosunkowo szybko przekształcić. Wdrażane są też odrębne inicjatywy mające na celu stworzenie sieci energetycznych w 100% zasilanych wodorem. Tymczasem koszt wodoru spada i oczekuje się, że w ciągu następnej dekady będzie nadal spadał. W tym roku Rada ds. Wodoru ogłosiła, że do 2030 r. wodór będzie konkurencyjny w 22 zastosowaniach przemysłowych

Wodór jest obiecującym źródłem czystej energii, ale ze względu na jego palność należy z nim postępować ostrożnie i przetwarzać inaczej niż pozostałe paliwa.

w stosunku do innych niskoemisyjnych alternatyw, a nawet niektórych konwencjonalnych źródeł energii. Kolejnym wyzwaniem jest brak maszyn i komponentów, dzięki którym można by wykorzystać wodór do produkcji towarów, a konkretnie urządzeń termicznych, w których wytwarzane jest



Fot. 1. Palnik opalany gazem ziemnym w porównaniu z palnikiem na wodór. Od lewej: 100% gazu ziemnego, 40% gazu ziemnego/60% H2, 20% gazu ziemnego/80% H2, 100% H2. *Zdjęcie: Honeywell Thermal Solutions*

Polska Strategia Wodorowa na finiszu – szansa na gospodarkę opartą na wodorze?

Ministerstwo Klimatu i Środowiska poinformowało, że prace nad przyjęciem Polskiej Strategii Wodorowej (PSW) dobiegają końca. Najprawdopodobniej zostanie ona przyjęta już we wrześniu br. – dokument jest gotowy do przedłożenia Komitetowi Stałemu Rady Ministrów. Wśród wielu działań wymienionych w Strategii na szczególną uwagę zasługują doliny wodorowe, mające wspierać proces wdrażania gospodarki opartej na tym pierwiastku w Polsce. Wszystko po to, by wodór stał się jednym z głównych paliw transformacji gospodarczej i w znaczący sposób przyczynił się do osiągnięcia neutralności klimatycznej, nadrzędnego celu Europejskiego Zielonego Ładu.

Według zapisów PSW do 2025 roku na technologie wodorowe ma zostać wydane 2 mld zł, zaś do 2030 roku – łącznie blisko 17 mld zł. Jednym z podstawowych założeń dokumentu, który określa ambitne cele w zakresie rozwoju wykorzystania technologii wodorowych w Polsce, jest stworzenie pięciu dolin wodorowych. W założeniu mają one być swoistymi centrami doskonałości w toku wdrażania gospodarki wodorowej, integracji sektorów, transformacji klimatycznej przemysłu oraz budowie infrastruktury. Cztery takie doliny, w ramach Strategii, zostały już powołane i będą zlokalizowane w województwie podkarpackim, dolnośląskim, śląskim i wielkopolskim.

Naturalnym i oczywistym miejscem dla piątej polskiej doliny wodorowej jest Mazowsze. To centralny ośrodek rozwoju, przemysłu, infrastruktury i miejsce lokalizacji wielu znaczących zakładów produkcyjnych. Mazowsze, jako jedyne polskie województwo, od 2010 r. jest również członkiem Europejskiej Sieci Regionów Chemicznych (ECRN) – uznanego europejskiego interesariusza w branży chemicznej, stowarzyszenia, które ma na celu zwiększenie świadomości władz poziomu regionalnego i osób zaangażowanych w kształtowanie polityki w Europie na temat potrzeb rozwojowych branży chemicznej. Polska Izba Przemysłu Chemicznego (PIPC), jako organizacja zrzeszająca przedstawicieli świata biznesu i nauki, niejednokrotnie angażowała się w realizowane w ramach ECRN projekty. Ich celem było wypracowanie rozwiązań, pozwalających na modernizację sektora chemicznego, tak, aby był bardziej zrównoważony, efektywny i zasobooszczędny, a tym samym bardziej konkurencyjny w skali globalnej. – *Pamiętajmy, że to właśnie sektor chemiczny, zarówno w Polsce, jak i na świecie, jest głównym producentem wodoru, a także – jako branża niezwykle innowacyjna, o ogromnym potencjale rozwojowym – realizuje nowe projekty oraz podejmuje inwestycje w rozwój technologii wodorowych, jak również w ich praktyczne zastosowanie w gospodarce. Nie zapominajmy, że wodór to podstawowy pierwiastek chemiczny – zatem to chemia musi odgrywać główną rolę w projektowaniu wszelkich wodorowych rozwiązań. Jeśli poważnie myślimy o gospodarce wodorowej w naszym kraju, to bez udziału Polskiej Chemii jej wdrożenie nie będzie możliwe* – wskazuje dr inż. Tomasz Zieliński, prezes zarządu Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego.

Do rozwoju technologii opartych na wodorze, co ma być możliwe m.in. dzięki powołaniu wspomnianych dolin wodorowych, w tym potencjalnej, piątej doliny wodorowej w województwie mazowieckim, konieczna jest współpraca szeregu interesariuszy. Tylko odpowiednie zaangażowanie administracji krajowej, samorządu, biznesu, sektora przemysłowego i przedstawicieli świata akademickiego, a przede wszystkim eksperckich organizacji, pozwoli stworzyć odpowiednie warunki do tego, by można było poważnie rozmawiać o budowie polskiej gospodarki wodorowej. Przy odpowiednio zaprojektowanej polityce technologicznej zakres współpracy może być naprawdę szeroki.

Propozycje szczegółowych rozwiązań dotyczące systemu wsparcia dla technologii wodorowych są na razie na wysokim poziomie ogólności i wymagają dalszego doprecyzowania. Dla rozwoju gospodarki wodorowej niezbędne są inwestycje i zabezpieczenie odpowiednich środków. Na rzecz zapewnienia finansowania realizacji celów Polskiej Strategii Wodorowej administracja planuje szereg działań, m.in. uruchomienie programów wspierających badania i rozwój w dziedzinie technologii wodorowych. Fundusze na wsparcie innowacyjnych projektów w tym obszarze przeznacza np. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej – nawet 600 mln zł dla komponentu wodorowego w ramach programu „Nowa energia", ok. 100 mln zł w ramach programu „Wsparcie infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury tankowania wodoru". Opracowywany jest także kolejny program NFOŚiGW – „Wodoryzacja gospodarki", dalsze zaś środki mają płynąć z Programu Wsparcia Technologii Wodorowych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Rozmaite formy finansowania to czynnik niezbędny przy tego typu przedsięwzięciach. – *Trzeba pamiętać, iż poza programami finansowania potrzebne jest także odpowiednie otoczenie regulacyjne oraz spójność w projektowaniu i wdrażaniu wszelkich rozwiązań. Dlatego tak ważne jest wsłuchanie się w głos organizacji, będących z jednej strony interesariuszami procesu, a z drugiej – głosem eksperckim, wyspecjalizowanym w danej tematyce. Kluczowe dla przekucia wizji w konkretne działania jest to, by administracja, zapowiadająca tworzenie jak najlepszych warunków do inwestowania w wodorowe rozwiązania, prowadziła stały dialog ze stroną społeczną, w tym z przemysłem chemicznym i organizacjami go reprezentującymi. Polska Izba Przemysłu Chemicznego od lat bierze aktywny udział w pracach i projektach nad wykorzystywaniem wodoru jako „paliwa przyszłości" i stanowi naturalną platformę wymiany wiedzy, doświadczeń, umożliwiając współpracę członków, działając na rzecz rozwoju polskiej gospodarki i innowacyjności. Dodatkowo, kluczowe znaczenie ma znajomość europejskich rozwiązań, dobrych praktyk stosowanych w innych krajach, które umożliwią analizę i będą stanowić wskazówki w opracowaniu krajowej polityki wodorowej* – dodaje dr inż. Tomasz Zieliński.

Od ogłoszenia przez Komisję Europejską strategii wodorowej dla neutralnej klimatycznie Europy minął nieco ponad rok. Stanowi ona jeden z projektów istotnych dla tworzenia unijnej polityki energetycznej, spójnej z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu, zawierającego ambitne cele umożliwiające transformację ekologiczną starego kontynentu. Tematyka wodorowa jest bardzo mocno obecna w dyskursie publicznym, stanowi przedmiot licznych eksperckich debat i konferencji.

O rozwoju technologii wodorowych, 27 sierpnia br., podczas IV edycji Forum Wizja Rozwoju w Gdyni, z przedstawicielami sektora biznesu – uczestnikami panelu „Wodór w przemyśle", będzie rozmawiał dr inż. Tomasz Zieliński, prezes zarządu Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego.

Powodzenie Polskiej Strategii Wodorowej oraz rozwiązań przez nią proponowanych, w tym krajowych dolin wodorowych, zależy od tego, czy i jak szybko uda się stworzyć w Polsce „branżę" wodorową. Do tego potrzebne będą przyjazne prawo, infrastruktura i współfinansowanie pierwszych projektów, a także współpraca wszystkich zainteresowanych, ze szczególnym uwzględnieniem eksperckich organizacji branżowych.

Polska Izba Przemysłu Chemicznego
Kontakt dla mediów:
media@pipc.org.pl, tel.: 22 828 75 06

Fot. 1. Sieci przesyłowe i magazyny są budowane z myślą o wodorze. *Zdjęcie: Honeywell Thermal Solutions*

ciepło. Firmy takie jak Honeywell Thermal Solutions szybko jednak rozszerzają swoje portfolio rozwiązań, aby zaoferować palniki wodorowe oraz zawory, sterowniki spalania i inne specjalistyczne urządzenia.

Ostatnim wyzwaniem wartym odnotowania jest fakt, że emisja tlenków azotu (NOX) powstająca podczas spalania wodoru jest większa niż w przypadku gazu ziemnego z powodu szybszych prędkości rozchodzenia się płomienia oraz wyższych temperatur. Zwykle udział tlenków azotu w emisji gazów spalania wzrasta stale wraz ze wzrostem ilości wodoru (do około 60%) w mieszance z gazem ziemnym. W zależności od konstrukcji palnika zawartość tlenków azotu może być bardzo wysoka dla mieszanek z ponad 60-procentową zawartością wodoru. Przepisy dotyczące emisji NOX są coraz bardziej rygorystyczne i powszechne. Zbieżność przepisów dotyczących emisji dwutlenku węgla i emisji NOX będzie prawdopodobnie wymagała opracowania nowych technologii spalania, gdy wyższe stężenia wodoru znajdą szersze zastosowanie.

Z wodorem trzeba wyjątkowo ostrożnie

Oprócz barier technicznych i ekonomicznych związanych z produkcją wodoru, jego szczególne właściwości sprawiają, że sposób obchodzenia się z nim i przetwarzania jest inny niż w przypadku pozostałych paliw. Podczas pracy z wodorem należy podjąć wiele środków ostrożności. Ze względu na wysoką palność paliwa systemy spalania wodoru muszą być projektowane inaczej niż ich odpowiedniki na gaz ziemny. Konieczna jest szczegółowa ocena ryzyka zarówno na etapie projektowania, jak i realizacji systemu spalania wodoru. Musi on spełniać wymagania dotyczące bezpieczeństwa zastosowań wodoru i być zgodny z lokalnymi przepisami i normami bezpieczeństwa. Szeroki zakres palności wodoru, wysoka prędkość płomienia i niska temperatura zapłonu wymagają przestrzegania zasad prawidłowego projektowania elektrycznego i okablowania, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji przedmuchiwania, kontroli proporcji, ochrony temperatury i zarządzania palnikiem.

Wiedza o tym, że palnik może bezpiecznie i niezawodnie pracować z wodorem to jedno, a wiedza o jego wpływie na aplikację to drugie. Gdy palnik jest zasilany wodorem, charakterystyka spalania jest inna niż w przypadku takiego samego palnika zasilanego gazem ziemnym. Różnice w palności, szybkości reakcji spalania, jasności płomienia, długości płomienia i zmiany składu spalin wpływają na sposób ogrzewania produktów i konstrukcję komór spalania lub pieców, które powinny być przystosowane do ich obsługi. Ważne jest, aby przetestować palniki na wodór i upewnić się, czy części krytyczne, takie jak płyty mieszające lub stożki mieszające, oraz materiał i porty dysz gazowych zapewniają stabilne i bezpieczne spalanie wodoru, bez przegrzania lub nawet zniszczenia części urządzenia.

Podczas pracy z wodorem należy podjąć wiele środków ostrożności. Ze względu na wysoką palność paliwa systemy spalania wodoru muszą być projektowane inaczej niż ich odpowiedniki na gaz ziemny. Konieczna jest szczegółowa ocena ryzyka zarówno na etapie projektowania, jak i realizacji systemu spalania wodoru.

Todd Ellerton jest dyrektorem ds. zarządzania ofertą w Honeywell Thermal Solutions.

Jason Axelson, *Fluke*

Jak odnaleźć brakującą część współczynnika mocy w zakładzie przemysłowym

Jeżeli zakład przemysłowy nie rozwiązuje problemu zbyt niskiego współczynnika mocy oraz występowania harmonicznych, to konsekwencje tego mogą być poważne.

Rozważmy taką sytuację. Zamówiona pizza, którą dostarczono nam do domu, nie jest cała – brakuje kawałka. Nie mamy zamiaru tego zignorować. Chcemy wiedzieć, co się stało z tym kawałkiem? Dostawca zjadł po drodze? Może ktoś w pizzerii przypadkowo włożył łokieć do pizzy podczas pakowania? Nie wiadomo.

Podobnie jest w przypadku energii elektrycznej zasilającej zakład przemysłowy. Firma płaci za dostarczaną energię, aby zmaksymalizować wydajność produkcji. Ale co się dzieje w sytuacji, gdy firma nie interesuje się tym, za co właściwie płaci? W środowisku przemysłowym kluczowym parametrem jest współczynnik mocy. Jest to stosunek mocy czynnej, mierzonej w kilowatach (kW), do mocy pozornej, mierzonej w kilowoltoamperach (kVA).

Moc pozorna jest całkowitą mocą wymaganą przez zakład przemysłowy od zakładu energetycznego. Dostarczane jest napięcie i prąd, niezależnie od tego, jak właściwie są wykorzystywane. Generalnie zakłady energetyczne obciążają odbiorców wyższymi kosztami, gdy wartość współczynnika mocy spadnie poniżej pewnego poziomu, najczęściej 90% (patrz fot.1).

Współczynnik mocy = moc czynna (kW) / moc pozorna (kVA)

- przykład dobrego współczynnika mocy: 50 kW/52 kVA = 0,96 (96%)
- przykład złego współczynnika mocy: 50 kW/63 kVA = 0,79 (79%)

Koszty braku efektywności energetycznej

Mówiąc o współczynniku mocy, tak naprawdę mówimy o efektywności energetycznej. Wielkość ta pokazuje nam, jak wykorzystujemy w zakładzie dostarczaną energię elektryczną. Jeśli odbiorniki energii byłyby w 100% efektywne energetycznie, to zapotrzebowanie na moc byłoby równe mocy dostępnej.

Gdy pobór mocy jest większy od dostępnej mocy przyłączeniowej, to sieć energetyczna zostaje przeciążona. Wiele zakładów energetycznych dodaje do cen energii elektrycznej dla dużych odbiorców dodatkowe opłaty za ponadumowny pobór mocy. Większość zakładów energetycznych oblicza zapotrzebowanie na moc na podstawie przeciętnego obciążenia sieci przez odbiorcę w czasie od 15 do 30 minut. Jeśli pobór mocy jest nieregularny, to zakład energetyczny musi mieć więcej dostępnej mocy rezerwowej niż w przypadku, gdy pobór mocy jest stały.

Jeśli na przykład współczynnik mocy jakiejś fabryki jest mniejszy niż 97%, to można podjąć działania mające na celu odnalezienie tej brakującej części i zaoszczędzenie energii. Na zbyt niską wartość współczynnika mocy w przemyśle mają wpływ głównie dwa czynniki: indukcyjność silników elektrycznych oraz wyższe harmoniczne prądów. Pierwszym etapem na drodze do poprawy współczynnika mocy jest więc wykonanie odpowiednich pomiarów, aby wykryć główną przyczynę niekorzystnej sytuacji.

Po dokonaniu pomiarów zużywanej energii i jej jakości uzyskuje się praktyczne informacje na temat wzorców pracy fabryki. Pomiary pomogą w zrozumieniu, jak zużywana jest energia każdego

Fot. 1. Zapewnienie, że współczynnik mocy jest jak najbardziej zbliżony do wartości 1,0, jest bardzo opłacalne finansowo, ponieważ większość zakładów energetycznych obciąża odbiorców dodatkowymi opłatami, gdy ich współczynnik mocy spadnie poniżej pewnego poziomu, zwykle 90%. *Źródło: Fluke*

Fot. 2. Analizator jakości energii elektrycznej, np. Fluke 438-II, może być użyty do wykonania charakterystyki dynamiki instalacji elektrycznej przy rozruchach generatorów, załączaniu UPS itp. *Źródło: Fluke*

miesiąca. Monitorowanie, analizowanie i porównywanie historii pracy sprzętu w fabryce pomaga w znalezieniu przyczyny i stopnia problemów z jakością energii, wpływających na współczynnik mocy.

Co się dzieje z brakującą częścią współczynnika mocy?

Brakująca część współczynnika mocy oznacza marnowanie energii. Aby poprawić współczynnik mocy, należy odnaleźć główną przyczynę jego zbyt niskiej wartości. Co się dzieje z energią elektryczną i jak jest ona zużywana (lub marnowana)? Marnowanie energii jest powszechne, gdy ma miejsce asymetria napięć lub prądów. Albo wibracje silników. Energia elektryczna jest zużywana niepotrzebnie – zamiast zamiany na użyteczną energię mechaniczną – na wibracje silnika. Jest to stracona energia, która nie może być odzyskana. Jeśli jakiś system pracuje nieefektywnie z jakiegokolwiek powodu, to może się przegrzewać. To nadmierne ciepło jest także marnowaną energią.

Asymetria napięć i prądów

Asymetria napięć jest miarą różnic napięć fazowych w systemie trójfazowym. Powoduje ona pogorszenie sprawności silników trójfazowych oraz skrócenie ich żywotności. Asymetria napięć na zaciskach stojana silnika powoduje wysoką asymetrię prądów, która może być nawet od 6 do 10 razy większa od asymetrii napięć. Asymetria prądów prowadzi z kolei do powstania hamującego momentu obrotowego i zwiększenia temperatury silnika, a w konsekwencji do pulsacji momentu obrotowego, zwiększenia wibracji oraz naprężeń mechanicznych, zwiększenia strat energii i przegrzewania silnika. Za całą straconą energią stoi zbyt niski współczynnik mocy.

Asymetria napięć i prądów może ponadto wskazywać na problemy związane z konserwacją, takie jak poluzowanie połączenia czy skorodowane styki. Odnalezienie takich miejsc i naprawa może sprawić, że sprzęt będzie pracował efektywniej, zaś współczynnik mocy zostanie częściowo poprawiony.

Należy wykonać pewną liczbę pomiarów asymetrii napięć fazowych, używając wysokiej jakości miernika cyfrowego, oraz asymetrii prądów fazowych, używając wysokiej jakości

> Mówiąc o współczynniku mocy, tak naprawdę mówimy o efektywności energetycznej. Wielkość ta pokazuje nam, jak wykorzystujemy w zakładzie dostarczaną energię elektryczną. Jeśli odbiorniki energii byłyby w 100% efektywne energetycznie, to zapotrzebowanie na moc byłoby równe mocy dostępnej.

Poprawę niskiego współczynnika mocy wywołanego prądami indukcyjnymi uzyskuje się za pomocą specjalnych baterii kondensatorów – urządzeń magazynujących energię – podłączanych do rozdzielnic w zakładach przemysłowych.

cyfrowego miernika cęgowego. Natomiast wykonanie dokładnych pomiarów asymetrii w czasie rzeczywistym wymaga użycia trójfazowego analizatora jakości energii. Pomoże to w odnalezieniu przyczyn występowania tych asymetrii. Przerwy w obwodach oraz jednofazowe zwarcia doziemne są łatwiejsze do odnalezienia niż asymetria obciążeń, która zwykle wymaga dokonania zmian w całej instalacji.

Baterie kondensatorów do poprawy współczynnika mocy

Poprawę niskiego współczynnika mocy wywołanego prądami indukcyjnymi uzyskuje się za pomocą specjalnych baterii kondensatorów – urządzeń magazynujących energię – podłączanych do rozdzielnic w zakładach przemysłowych. Poprawa współczynnika mocy najlepiej jest realizowana za pomocą automatycznego sterownika, który podłącza do instalacji i odłącza poszczególne kondensatory, a czasem także i dławiki kompensacyjne wchodzące w skład baterii. W najprostszych przypadkach stosowana jest bateria kondensatorów o stałej pojemności.

Baterie kondensatorów do poprawy współczynnika mocy wymagają wykonywania regularnych inspekcji oraz konserwacji zapobiegawczej. W normalnych warunkach pracują bezawaryjnie przez wiele lat. Przedwczesne awarie baterii kondensatorów i związanych z nimi obwodów mogą być spowodowane harmonicznymi prądów, wysoką temperaturą otoczenia oraz zbyt słabą wentylacją. Awarie mogą mieć wpływ na znaczny wzrost opłat za energię elektryczną, zaś w ekstremalnych przypadkach spowodować pożar lub wybuch.

Ważne jest, aby regularnie przeprowadzać inspekcje baterii kondensatorów do poprawy współczynnika mocy i upewniać się, że pracują one poprawnie. Harmonogram zalecanej konserwacji zapobiegawczej znajduje się na stronie internetowej producenta baterii.

Identyfikowanie i kompensacja harmonicznych

Wyższe harmoniczne (harmoniczne) napięć i prądów to napięcia i prądy o częstotliwościach będących mnożnikami częstotliwości podstawowej. Na przykład, jeśli częstotliwość podstawowa wynosi 60 Hz (w USA, w Polsce 50 Hz – przyp. tłum.), to częstotliwość drugiej harmonicznej wynosi 120 Hz (100 Hz), trzeciej 180 Hz (150 Hz) itd. Harmoniczne te zniekształcają przebiegi napięć, które powinny być czystą sinusoidą.

Urządzenia, których przebiegi prądu przewodzonego są krótsze od okresu sinusoidy napięcia zasilającego, to odbiorniki nieliniowe, tak więc generują one harmoniczne. Istnieją dwa podstawowe typy odbiorników nieliniowych: jednofazowe i trójfazowe. Jednofazowe odbiorniki nieliniowe przeważają w biurach, natomiast trójfazowe są powszechne w zakładach przemysłowych. Symptomy zwykle objawiają się w urządzeniach rozdzielczych, które zasilają odbiorniki nieliniowe.

- **Przewody neutralne.** W 4-przewodowym układzie trójfazowym na przewody neutralne poważny wpływ mogą mieć odbiorniki nieliniowe, podłączone do poszczególnych obwodów 120 V (w USA, w Polsce 230 V). W warunkach normalnych dla zrównoważonego obciążenia liniowego podstawowa część 60 Hz (50 Hz) prądów fazowych sumuje się geometrycznie do zera w przewodzie neutralnym.

W układzie 4-przewodowym z jednofazowymi odbiornikami nieliniowymi pewne nieparzyste harmoniczne (harmoniczne potrójne, ang. *triplens*), czyli o częstotliwościach będących nieparzystymi mnożnikami podstawowej, ale będących podzielnymi przez 3: trzecia, dziewiąta, piętnasta itp., sumują się arytmetycznie w przewodzie neutralnym. Tak więc w przewodzie neutralnym płynie zbyt duży prąd, który może spowodować powstanie napięcia pomiędzy przewodem neutralnym a ziemią w gniazdach 120 V (230 V).

- **Wyłączniki nadprądowe**. Popularne termiczno-magnetyczne wyłączniki nadprądowe wykorzystują bimetaliczny mechanizm wyzwalający, który reaguje na ciepło wydzielające się na skutek przepływu zbyt dużego prądu w obwodzie. Są one tak skonstruowane, aby reagowały na prawdziwą wartość skuteczną (True RMS) prądu i przerywają obwód, gdy mechanizm wyzwalający staje się zbyt gorący. Wyłącznik tego typu może być dobrym zabezpieczeniem przed przeciążeniami harmonicznymi prądów. Natomiast wyłączniki reagujące na wartość szczytową (przekaźniki zabezpieczające prądowe) nie zawsze reagują prawidłowo na harmoniczne prądów.

Ważne jest, aby regularnie przeprowadzać inspekcje baterii kondensatorów do poprawy współczynnika mocy i upewniać się, że pracują one poprawnie.

Fot. 2. Rejestrator energii może być użyty do szybkiego zorientowania się w ogólnym stanie technicznym instalacji elektrycznej.
Źródło: Fluke

Ponieważ wartość szczytowa harmonicznych prądów jest generalnie wyższa niż w przypadku prądów niezawierających harmonicznych, ten typ wyłącznika nadprądowego może zadziałać przedwcześnie przy zbyt niskim prądzie. Jeśli wartość szczytowa jest niższa od normalnej, to wyłącznik może nie zadziałać w sytuacji, gdy powinien.

- **Szyny rozdzielnic i końcówki kablowe.** Szyny neutralne oraz końcówki kablowe są tak dobierane, aby przewodziły pełną wartość odpowiedniego (znamionowego) prądu fazowego. Mogą one zostać przeciążone, gdy przewody neutralne zostaną przeciążone dodatkową sumą potrójnych harmonicznych.

- **Rozdzielnice.** Rozdzielnice zaprojektowane do przewodzenia prądów o częstotliwości 60 Hz (50 Hz) mogą rezonować na skutek pól magnetycznych, generowanych przez wyższe harmoniczne prądów. W takich sytuacjach rozdzielnica wibruje i emituje brzęczenie o częstotliwościach równych częstotliwości harmonicznych prądów.

- **Systemy telekomunikacyjne.** Systemy te często dają użytkownikom pierwszy objaw powstania problemu z harmonicznymi, ponieważ kable sygnałowe często biegną obok kabli zasilających. Aby zminimalizować indukcyjną interferencję od prądów fazowych, kable telekomunikacyjne są układane bliżej przewodu neutralnego.

Potrójne harmoniczne w przewodzie neutralnym zwykle powodują sprzężenia indukcyjne, które mogą być słyszalne przez telefon stacjonarny. Jest to często pierwszy objaw powstania problemu z harmonicznymi. Należy go jak najszybciej rozwiązać, zanim powstanie poważne uszkodzenie.

Ponieważ harmoniczne prądów płynące przez impedancje systemów powodują zniekształcenia napięć, może to być także przyczyną powstawania spadków napięć. W poważnych przypadkach takie zniekształcenia napięć mogą spowodować wyzwalanie przekaźników termicznych i zabezpieczeń oraz błędy logiczne w programowalnych sterownikach logicznych (PLC) i napędach o zmiennej częstotliwości (VFD). Gdy zniekształcenia napięć wzrastają, odbiorniki liniowe zaczynają pobierać harmoniczne prądów. W silnikach elektrycznych niektóre z tych harmonicznych – głównie piąta i jedenasta – powodują powstanie hamującego momentu obrotowego. Wynikiem tego jest spadek sprawności silnika, jego przegrzewanie się oraz skrócenie żywotności.

Monitorowanie, pomiary, odnajdowanie źródeł i eliminowanie harmonicznych

Zawartość harmonicznych powinna być mierzona w głównych punktach połączeń za pomocą analizatora jakości ener-

Należy unikać popularnego błędu, polegającego na wykorzystywaniu kondensatorów do ograniczania harmonicznych prądów. Kondensator działa jako element zwierający dla wyższych harmonicznych. Ze względu na swoją rezystancję wewnętrzną kondensator będzie się nagrzewał, a jego żywotność drastycznie skróci się, ponieważ elektrolit zacznie parować.

gii lub analizatora harmonicznych. Dla celów pojedynczych pomiarów wystarczy użyć wysokiej jakości multimetru cyfrowego – w przypadku harmonicznych napięć – lub miernika cęgowego wysokiej jakości – w przypadku harmonicznych prądów. Obydwa te mierniki muszą mieć funkcje pomiaru prawdziwej wartości skutecznej (*True RMS*). Jest to niezbędne do wykonania dokładnych pomiarów przebiegów zniekształconych.

Pojęcie „prawdziwa wartość skuteczna" (*True RMS*) odnosi się do średniej kwadratowej (*root-mean square*) albo do takiej wartości prądu/napięcia stałego, która w ciągu czasu równego okresowi prądu/napięcia przemiennego spowoduje ten sam efekt cieplny co dany przebieg prądu/napięcia zmiennego. Termin „prawdziwa" (true) odróżnia mierniki True RMS od zwykłych mierników AC, mierzących wartość szczytową napięcia/prądu i dzielących ją przez pierwiastek z 2 (ang. average responding meters). Takie mierniki AC dają poprawne wyniki jedynie dla czystej sinusoidy napięć i prądów, natomiast w przypadku przebiegów zniekształconych mogą podawać wartość wynoszącą zaledwie 50% poprawnej. Mierniki True RMS dają poprawne wyniki pomiarów dla przebiegów napięć i prądów o dowolnym kształcie, których parametry mieszczą się w paśmie częstotliwości i zakresie współczynnika kształtu danego miernika.

Prace należy rozpocząć od wykonania podstawowego poszukiwania źródeł harmonicznych w celu zorientowania się, czy w zakładzie istnieje problem z tymi napięciami i prądami. Działania te obejmują:

- sporządzenie wykazu odbiorników energii;
- pomiar temperatury transformatorów;
- pomiar prądów w uzwojeniach wtórnych transformatorów;
- pomiar prądów w przewodach neutralnych w rozdzielnicach;
- pomiar napięć pomiędzy zaciskiem neutralnym a ziemią w gniazdach przyłączeniowych.

Wiele 6-pulsowych napędów VFD generuje piątą i siódmą harmoniczną. Napędy 12- i 18-pulsowe pomagają jednak ograniczać harmoniczne, ponieważ w miarę wzrostu liczby pulsów ich amplituda maleje. Innymi rozwiązaniami ograniczania harmonicznych generowanych przez napędy są: filtry i dławiki wejściowe/wyjściowe, filtry pasmowo-zaporowe oraz filtry aktywne – w bardziej złożonych sytuacjach. Filtry aktywne kompensują prądy bierne, ograniczają harmoniczne i asymetrię prądów.

Należy unikać popularnego błędu, polegającego na wykorzystywaniu kondensatorów do ograniczania harmonicznych prądów. Kondensator działa jako element zwierający dla wyższych harmonicznych. Ze względu na swoją rezystancję wewnętrzną kondensator będzie się nagrzewał, a jego żywotność drastycznie skróci się, ponieważ elektrolit zacznie parować.

Pomiar współczynnika zawartości harmonicznych (*total harmonic distortion – THD*) może pomóc w zorientowaniu się, czy zastosowanie filtrów jest konieczne. Należy zauważyć, że zakład energetyczny może wpływać jedynie na jakość napięcia oraz wielkość obciążenia generowanego przez zaaprobowane, podłączone do instalacji odbiorniki. Zakłady energetyczne nie odpowiadają za prądy, których przepływ wynika z instalacji odbiorcy energii.

Odnalezienie brakującej części współczynnika mocy i dążenie do zwiększenia efektywności energetycznej przyniesie oszczędności kosztów

Jeśli dany zakład przemysłowy ma niski współczynnik mocy, to pierwszym krokiem w kierunku poprawy tej sytuacji jest ustalenie jej podstawowej przyczyny za pomocą wykonania pomiarów. Należy dowiedzieć się, gdzie, kiedy i jak energia jest zużywana każdego miesiąca, a następnie dokonać strategicznych wyborów, które wyeliminują marnotrawstwo energii i poprawią współczynnik mocy. Jeżeli zakład pod względem wielkości i wykresu dobowego zużycia energii stanie się bardziej przewidywalny, pomoże to dostawcy energii w lepszym przygotowaniu się do realizacji potrzeb tego odbiorcy, a ten zaoszczędzi także na tym pieniądze.

Jason Axelson jest specjalistą ds. aplikacji produktów w firmie Fluke. Firma ta produkuje narzędzia do pomiarów i testów elektrycznych, takie jak: multimetry, mierniki cęgowe, mierniki izolacji, mierniki rezystancji uziemienia oraz testery instalacji. Od ponad 15 lat Jason Axelson pomaga klientom i partnerom swojej firmy w szukaniu rozwiązań poprawy jakości energii elektrycznej, a także w wyborze odpowiednich przenośnych oscyloskopów i testerów baterii. Prowadzi szkolenia z wykorzystywania produktów firmy w różnych aplikacjach, co pomaga w diagnozowaniu i rozwiązywaniu zarówno problemów technicznych, jak i związanych z produktami.

■

Dieter Michalkowski, *Emerson*

Dwa sposoby na optymalizację oszczędności energii dzięki inteligentnym układom pneumatycznym

Uwzględnienie danych o przepływie, ciśnieniu i temperaturze.

Niezależnie od tego, czy jest to podyktowane celami zrównoważonego rozwoju, czy normami środowiskowymi, producenci chcą zmniejszyć zużycie energii i emisję gazów cieplarnianych. Inteligentne układy pneumatyczne sprawiają, że modernizacja układów sprężonego powietrza jest doskonałą okazją do zaoszczędzenia znacznej ilości energii i zmniejszenia ogólnej emisji. W przeszłości producenci nie mieli jasnego i prostego sposobu analizowania zużycia powietrza przez maszyny. Obecnie coraz więcej producentów widzi korzyści płynące z zastosowania inteligentnych układów pneumatycznych do zbierania danych o przepływie, ciśnieniu i temperaturze oraz służących do lepszego zrozumienia zużycia energii przez urządzenia. Ta cyfrowa transformacja maszyn może być skalowana dla operacji pneumatycznych praktycznie każdej wielkości. Operatorzy przechwytują i przetwarzają dane z układów pneumatycznych i innych elementów maszyn, aby uzyskać użyteczne dane na temat zużycia energii. Przekształcanie surowych danych z inteligentnego systemu pneumatycznego w coś, co można wykorzystać, jest kluczem do obniżenia kosztów energii, ponadto ogranicza przestoje, umożliwia skrócenie czasu cyklu i zwiększa ogólną wydajność.

Ilość energii zmarnowanej w układach pneumatycznych może być oszałamiająca. Zakłady produkcyjne tracą zwykle 30% sprężonego powietrza tylko z powodu nieszczelności. Zmarnowana energia prowadzi do przestojów maszyn i oczywiście do wzrostu kosztów energii. Sprężone powietrze jest wykorzystywane w zakładach przemysłowych do obsługi maszyn i procesów, dlatego ma ono zasadnicze znaczenie dla obniżenia kosztów energii w skali roku. Poprawa przepływu sprężonego powietrza przez maszyny w zakładzie, nawet tylko o kilka punktów procentowych, może oznaczać dziesiątki tysięcy złotych zaoszczędzonych na kosztach energii każdego miesiąca, w zależności od wielkości i charakteru sprzętu. Może to przekładać się na setki tysięcy złotych zaoszczędzonych na emisji dwutlenku węgla (CO_2). Stosując inteligentne rozwiązania pneumatyczne, takie jak oprogramowanie monitorujące i powiadamiające do wykrywania nieszczelności, producenci mogą często zmniejszyć wydatki na energię sprężonego powietrza o 10–20% i zredukować emisję CO_2 o 10%.

Ilość energii zmarnowanej w układach pneumatycznych może być oszałamiająca. Zakłady produkcyjne tracą zwykle 30% sprężonego powietrza tylko z powodu nieszczelności. Zmarnowana energia prowadzi do przestojów maszyn i oczywiście do wzrostu kosztów energii.

Dla wielu producentów taka transformacja pozostaje jednak raczej celem niż rzeczywistością. Choć dostrzegają korzyści, ponad 70% producentów nie ma planu wdrożenia analizy danych i jasnego planu osiągnięcia sukcesu. Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT) i inne technologie wspomagające są uważane za zbyt skomplikowane, kosztowne i czasochłonne do wdrożenia, choć wcale nie musi tak być. Producenci mogą zainwestować w inteligentne rozwiązania pneumatyczne typu plug-and-play, które ograniczają czas i koszty instalacji do minimum. Producenci mogą zrobić pierwszy krok w kierunku transformacji cyfrowej i zobaczyć, jak inteligentne układy pneumatyczne oszczędzają energię w obszarach, w których występują przecieki i straty. Zakłady mogą zwiększyć

Inteligentny analizator pneumatyki wizualizuje i wyświetla na bieżąco dane z czujników przepływu.
Grafika: Emerson

Użytkownicy otrzymują w czasie rzeczywistym dane, których potrzebują do zmniejszenia zużycia energii, monitorując swoje maszyny za pomocą inteligentnego analizatora pneumatyki. *Grafika: Emerson*

oszczędność energii sprężonego powietrza dzięki transformacji cyfrowej na dwa sposoby.

Wykrywaj wycieki sprężonego powietrza

Najbardziej oczywistym sposobem utraty energii w systemach pneumatycznych są wycieki. Nieszczelności powodują, że przeciętny zakład produkcyjny traci rocznie około 35% sprężonego powietrza. Gdy elementy układu pneumatycznego ulegają zużyciu, może dojść do nieszczelności, które z czasem będą się powiększać. Im większa nieszczelność, tym większe straty energii. Skutkuje to marnowaniem energii, większym śladem węglowym i wyższymi kosztami operacyjnymi. Niektórzy operatorzy mogą stracić ponad 50 000 dolarów rocznie na jednej maszynie! Oprócz strat energii, nieszczelność sprężonego powietrza może powodować wahania ciśnienia w układzie maszyn, co wpływa na wydajność urządzeń, a nawet na produkcję. W rezultacie maszyna może być zmuszona do dłuższej pracy, aby to skompensować. Te niepotrzebne cykle i wydłużony czas pracy mogą podnieść koszty energii, skrócić żywotność sprzętu i zwiększyć nakłady na konserwację.

> Najbardziej oczywistym sposobem utraty energii w systemach pneumatycznych są wycieki. Nieszczelności powodują, że przeciętny zakład produkcyjny traci rocznie około 35% sprężonego powietrza.

Aby wykryć i zlokalizować nieszczelności sprężonego powietrza, firmy sprowadzają techników wyposażonych w urządzenia ultradźwiękowe. Nieszczelności mogą się jednak często pojawiać, utrzymywać i postępować w czasie pomiędzy tymi okresowymi wizytami. Natomiast inteligentne układy pneumatyczne stale monitorują przepływ powietrza. Niektóre czujniki mogą zbierać i dostarczać w czasie rzeczywistym informacje o przepływie, a także rejestrować dane o ciśnieniu i temperaturze w linii zasilającej, umożliwiając zaawansowaną diagnostykę parametrów pracy. Rozwiązania te można łatwo zamontować w istniejących maszynach za pomocą bramek brzegowych. Całodobowy monitoring oprogramowania może wykrywać wycieki w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Oprogramowanie identyfikuje daną maszynę i wysyła powiadomienia bezpośrednio do pracowników obsługi technicznej, aby mogli oni przeprowadzić dalsze dochodzenie. Dzięki wy-

Urządzenie służące do przetwarzania danych w chmurze przekłada dane przychodzące z czujników na łatwe do zrozumienia, możliwe do zastosowania informacje.

Grafika: Emerson

Inteligentne układy pneumatyczne stale monitorują przepływ powietrza. Niektóre czujniki mogą zbierać i dostarczać w czasie rzeczywistym informacje o przepływie, a także rejestrować dane o ciśnieniu i temperaturze w linii zasilającej, umożliwiając zaawansowaną diagnostykę parametrów pracy.

krywaniu nieszczelności w czasie zbliżonym do rzeczywistego, inteligentna pneumatyka może obniżyć zużycie energii sprężonego powietrza o 10–20% i zmniejszyć emisję CO_2 w zakładzie o 10%. Wcześniejsze reagowanie na wycieki sprężonego powietrza skraca również planowany (czas poświęcony na testowanie wycieków powietrza w każdej maszynie) i nieplanowany czas przestoju oraz poprawia ogólną efektywność sprzętu (OEE).

Optymalizuj zużycie

Niektórzy producenci mogą nie widzieć zależności między ciśnieniem powietrza a przepływem powietrza. Oznacza to, że mogą nie znać optymalnego punktu poboru sprężonego powietrza dla swojego procesu produkcyjnego. Ciśnienie powietrza w maszynach przemysłowych może być wyższe niż jest to konieczne. Gdy urządzenia zużywają więcej sprężonego powietrza niż to konieczne, zużywają więcej energii, co podnosi koszty energii i zwiększa emisję CO_2. Inteligentne czujniki oraz brzegowe urządzenie obliczeniowe mogą zbierać dane o ciśnieniu i przepływie powietrza. Analizując dane analityczne systemu pneumatycznego, zakłady mogą uzyskać dokładne zależności pomiędzy ciśnieniem i przepływem powietrza. Obniżając ogólne ciśnienie w układzie pneumatycznym, można zmniejszyć przepływ powietrza do pewnego punktu przy zachowaniu tego samego czasu cyklu. Znalezienie optymalnego stosunku pomiędzy ciśnieniem a przepływem może prowadzić do zmniejszenia zużycia sprężonego powietrza i kosztów energii o 10–20%, a także do zmniejszenia emisji CO_2 o 10%, bez wpływu na produkcję. Dzięki temu producenci mogą utrzymać dotychczasowe czasy cyklu produkcyjnego, ale przy niższym zużyciu energii, kosztach i emisji CO_2.

Dane w czasie rzeczywistym, oszczędności

Wykorzystując inteligentną pneumatykę do wykrywania nieszczelności i monitorowania zużycia powietrza, producenci przemysłowi mogą zaoszczędzić znaczną ilość energii. Współpracę z partnerem w zakresie automatyzacji producent może rozpocząć od obszaru/obszarów, które mają największy sens dla ich sytuacji, budżetu i celów.

Na przykład, globalny producent obsługujący przemysł motoryzacyjny podjął niedawno inicjatywę wdrożenia transformacji cyfrowej, koncentrując się na stratach energii spowodowanych wyciekami sprężonego powietrza i zużyciem powietrza. Firma chciała zmniejszyć zużycie energii poprzez zastosowanie narzędzia do zarządzania energią z obsługą IIoT na istniejącej linii produkcyjnej. Nawiązano współpracę z firmą Emerson, wiodącym dostawcą rozwiązań automatyki, w celu monitorowania i pomiaru ilości energii zużywanej przez linię. Podobnie jak w przypadku większości zastosowań tego typu, linia produkcyjna zawierała różne starsze urządzenia, które pochodziły od różnych dostawców. Każda skrzynka licznika składała się z zasilacza, łącznika magistrali Ethernet, miernika mocy (jeden na obwód) oraz IO-Link, który zawierał osiem dostępnych portów dla czujników. Przekładniki prądowe były umieszczone wewnątrz lub na zewnątrz skrzynki licznika, a wszystkie te moduły musiały być zainstalowane

Czujnik przepływu powietrza mierzy przepływ, ciśnienie i temperaturę oraz monitoruje zużycie powietrza w systemach pneumatycznych.

Grafika: Emerson

We wszystkich gałęziach przemysłu zarządzanie energią jest priorytetem dla zakładów przemysłowych. W związku z rosnącymi obawami dotyczącymi zużycia energii i emisji dwutlenku węgla, monitorowanie sprężonego powietrza w układach pneumatycznych umożliwia redukcję emisji i obniżenie kosztów energii

w pozycji pionowej, aby umożliwić cyrkulację powietrza. Złożoność tej konfiguracji zwiększała ograniczona liczba punktów dostępu do sieci Ethernet, z którymi można było pracować, a jej rozbudowa wymagałaby znacznych inwestycji.

Aby sprostać potrzebom tej złożonej konfiguracji, firma Emerson poleciła czujnik AVENTICSTM serii AF2 – łatwy w użyciu czujnik przepływu powietrza, który mierzy przepływ, ciśnienie i temperaturę oraz monitoruje zużycie powietrza w systemach pneumatycznych. Czujnik AF2 idealnie nadaje się do kolekcji starszych maszyn z kilku powodów. Po pierwsze, ten kompaktowy czujnik jest łatwy w montażu i może być zainstalowany na istniejących maszynach i systemach pneumatycznych. Po drugie, AF2 ma opcje komunikacji IO-Link i Ethernet. Czujnik jest łatwy do zintegrowania z jednostkami przygotowania powietrza i daje producentom możliwość działania jako wersja samodzielna. Dzięki kolorowemu, obrotowemu wyświetlaczowi LED, który zapewnia wyraźną informację zwrotną, AF2 wysyła powiadomienia do użytkowników, gdy wykryje nieszczelność, dzięki czemu mogą oni podjąć działania. To proste urządzenie z obsługą technologii IIoT pozwoliło firmie na oszczędność energii przy jednoczesnym ograniczeniu czasu i kosztów instalacji do minimum.

Po wybraniu czujnika firma Emerson pomogła przedsiębiorstwu monitorować i mierzyć ilość energii zużywanej przez linię, podłączając tymczasowo inteligentny analizator pneumatyczny AVENTICS (SPA) do jednej z maszyn. Urządzenie SPA, które zapewnia błyskawiczną analizę systemu pneumatycznego, rejestrowało, analizowało i wizualizowało zużycie powietrza przez linię podczas procesu produkcyjnego. Zespół był w stanie odczytać zużycie powietrza w czasie rzeczywistym, które SPA wyświetla w litrach na minutę (l/min), wraz z wartościami średnimi i maksymalnymi, aby szybko zidentyfikować trendy i anomalie. Dane zebrane ze SPA pomogły firmie podjąć decyzję, czy warto zainwestować w urządzenie PACSystems RXi2-BP Edge Computing Device firmy Emerson, które interpretuje i wyświetla wszystkie przychodzące dane z czujników AF2. Wykorzystując algorytmy matematyczne, przekłada dane na proste, przyjazne dla użytkownika informacje. Informacje te są rejestrowane i wyświetlane na bieżąco na tablicy rozdzielczej opartej na sieci Web i dają użytkownikom lepszy wgląd w zużytą energię bez dodatkowego oprogramowania.

Dane SPA wykazały, że urządzenie PACSystems RXi2-BP Edge Computing Device rzeczywiście pomoże firmie oszczędzać energię i związane z nią koszty, dlatego zdecydowano się na inwestycję. Łącznie firma Emerson dostarczyła około 180 czujników przepływu AF2, aby zaspokoić potrzeby linii produkcyjnej, a także urządzenie PACSystems RXi2-BP Edge Computing Device. To energooszczędne rozwiązanie monitoruje zużycie powietrza pneumatycznego oraz generuje i interpretuje dane maszynowe, dając producentowi z branży motoryzacyjnej cenne spostrzeżenia i pełniejszy obraz tego, co dzieje się w zakładzie. W rezultacie firma zlokalizowała obszary wymagające poprawy, w tym zmniejszenie szczytowego zużycia energii, optymalizację kosztów konserwacji i unikanie przestojów; planuje także dalszą optymalizację swoich maszyn w celu zmniejszenia zużycia energii.

W kierunku transformacji

We wszystkich gałęziach przemysłu zarządzanie energią jest priorytetem dla zakładów przemysłowych. W związku z rosnącymi obawami dotyczącymi zużycia energii i emisji dwutlenku węgla, monitorowanie sprężonego powietrza w układach pneumatycznych umożliwia redukcję emisji i obniżenie kosztów energii. Gdy maszyny nie są monitorowane, nie jest też monitorowane ich zużycie energii. Nieszczelności i straty mogą swobodnie rosnąć, problemy, które mogłyby być rozwiązane na wczesnym etapie, przekształcają się w problemy jakościowe na późnym etapie, a znaczne ilości energii są marnowane.

Droga do transformacji cyfrowej, która uwalnia oszczędności energii sprężonego powietrza, dla każdego zakładu wygląda jednak inaczej. Jak każda transformacja, transformacja cyfrowa jest procesem, który rozwija się w swoim tempie i zależy od warunków panujących w danym zakładzie. Aby z powodzeniem rozpocząć oszczędzanie energii dzięki transformacji cyfrowej, ważna jest współpraca z ekspertem w dziedzinie automatyki, który zna inteligentną pneumatykę i unikalne cechy aplikacji wykorzystujących energię płynów. Mając dostęp do odpowiedniego eksperta, wiedzy i narzędzi, można zrealizować swoje cele w zakresie oszczędności energii sprężonego powietrza i transformacji cyfrowej.

Transformacja cyfrowa jest procesem, który rozwija się w swoim tempie i zależy od warunków panujących w danym zakładzie.

Dieter Michalkowski jest menedżerem ds. klientów globalnych w dziale kontroli płynów i pneumatyki w firmie Emerson. Chris Noble jest konsultantem ds. rozwoju biznesu, żywności i napojów, opakowań oraz IIoT w firmie Emerson.

■

WARSAW INDUSTRY WEEK

PTAK WARSAW EXPO

ufi Member

- V EDYCJA -

8-10 LISTOPADA 2021

NAJSZYBCIEJ ROZWIJAJĄCE SIĘ TARGI PRZEMYSŁOWE W POLSCE

Są już z nami:

CORMAK · METAL TECHNIKA · MASZYNY POLSKIE · Weidmüller · PAX PHU · MTP · Lenze · CENTRUM MASZYN CNC · Orobotics · ASTAT · FANUC

POLSKA GRUPA CNC · MultiProjekt · STÄUBLI · BECKHOFF · TURCK · INSTOM · AXYZ · Dragon 3D · Ecoline · renex · KLASTER OBRÓBKI METALI

Baumer · A&A HOLDING · ambtechnic · ARMES · ASTRAMX · AT Automatische technik · COGNEX · Gema · AUTOMATYKA · HAFEN · OMC ENVAG

AUTOMATE · ELMARK Automatyka · FAULHABER · finder · beboq robotics · BALL · CPP PREMA · INTERPOLER · Invertek Drives · item · GudePol

eldar · kt7 CNC · HYDAC · ideal · IGE+XAO GROUP · FITECH · Forcepol · Bugaski · ELMARK Automatyka · Kipp · BOGMAR

hannex · KATKO · Kübler · Walter · TME · ilabo · wieland · STOMILEX · ANDRZEJEWSKI · leon · ITALTEC

Jorgensen EasyTech · PROGRES AUTOMATYKA · SICK Sensor Intelligence · STÄUBLI · metronic · Weidmüller · MultiProjekt · MURR ELEKTRONIK · NEU-JKF · PEPPERL+FUCHS · WZ NARZĘDZIA

MicroSys · PARTEX · MEGAN · PF · PHILIP MORRIS INTERNATIONAL · MIELNIK · CPP PREMA · PRO ASSEM · relpol · NORSTEEL · World Industry Programming

NS MASZYNY · SARIV TECHNIKA ŁĄCZENIA · seen · SPS · Steute · STOMILEX · straschu · TECHSYSTEM · tele radio · MAB · WALTER

RYWAL RHC · VERSABOX · WAGO ELWAG · AJAN · APATOR METRIX · ATMAT · BOSKY · CAPTRON · comatic. · ENCON · EUCHNER

FLEXLINK · HIWIN · METAL WORK · BECKER · newtech

industryweek.pl /warsawindustryweek

asix.energy

Jeszcze efektywniejsze zarządzanie gospodarką energetyczną w przedsiębiorstwie

Oferujemy Państwu wersję 3.0 autorskiego systemu klasy EMS zarządzania mediami energetycznymi- - Asix Energy firmy ASKOM, powstałego i nieustannie rozwijanego na bazie blisko 30-letniego doświadczenia firmy we wdrażaniu komputerowych systemów sterowania, monitoringu i zarządzania produkcją w energetyce i wielu innych gałęziach przemysłu.

ASKOM

ASKOM Sp. z o.o.
ul. Józefa Sowińskiego 13, 44-100 GLIWICE
tel. +48 32 30 18 100, e-mail: biuro@askom.pl
www.askom.pl, www.asix.com.pl