

PodKontrolą

automatyka i pomiary

wydawca:
Introl Sp. z o.o.

02/2023 (60)



w numerze:

temat
wydania



Monitorowanie i optymalizacja kosztów
w instalacjach sprężonego powietrza

dobra
praktyka



Pompy ciepła, czyli sposób na odzyskiwanie
ciepła odpadowego

spis treści

	aktualności	4
	nowości	5
	temat wydania	Monitorowanie i optymalizacja kosztów w instalacjach sprężonego powietrza 6
	dobra praktyka	Pompy ciepła, czyli sposób na odzyskiwanie ciepła odpadowego 11

wydawca

introl

automatyka i pomiary

Introl Sp. z o.o.
ul. Kościuszki 112, 40-519 Katowice
www.introl.pl

redakcja

Paweł Głuszek
Bogusław Trybus
Magdalena Pajor
Rafał Skrzypiciel
Adam Reimann

dodatkowe informacje i subskrypcja

www.podkontrola.pl

Drodzy Czytelnicy!

Rok 2023 powoli dobiega końca. Dziękując wszystkim za współpracę pragnę zachęcić do lektury ostatniego w tym roku numeru „Pod kontrolą”. Szczególnie, że tym razem autorzy w całości skupili się na rozwiązaniach redukujących koszty w zakładach.

Sprężone powietrze jeszcze do niedawna uznawane niemal za „darmowe” medium, w ostatnich latach stało się wyjątkowo kosztowne. Z uwagi na drastyczne podwyżki cen energii elektrycznej wytwarzanie sprężonego powietrza również stało się istotnym kosztem w zakładach. Coraz częściej (i słusznie) poszukiwane są możliwości redukcji kosztów wytwarzania tego medium, a najprościej i najszybciej można to zrobić redukując wycieki. Nieszczelności na instalacjach sprężonego powietrza tworzą przepływ turbulentny generujący sygnał w paśmie ultradźwiękowym. Sygnał ten możemy wykryć za pomocą mierników i kamer ultradźwiękowych. Najnowszy „**Temat wydania**” skupia się na dwóch takich rozwiązaniach pozwalających w szybki i sprawny sposób lokalizować wycieki sprężonego powietrza.

W „Pod kontrolą” wiele razy pisaliśmy już o konieczności dekarbonizacji przemysłu i poszukiwaniu możliwości redukcji kosztów, w połączeniu z minimalizacją emisji gazów cieplarnianych. Tym razem chcielibyśmy przedstawić jedną z kluczowych dróg jaką może, a nawet powinien podążać przemysł. Drogą tą jest odzyskiwanie i ponowne wykorzystanie ciepła odpadowego w procesach chłodzenia i grzania. Właśnie o tym zagadnieniu i roli jaką odgrywają w nim przemysłowe pompy ciepła przeczytacie Państwo w „**Dobrej praktyce**”.

Jeszcze raz dziękuję Państwu za współpracę w 2023 roku i życzę wszelkiej pomyślności i samych sukcesów w nadchodzącym roku.

Zapraszam do lektury
Wojciech Mutwicki
prezes zarządu





Sezon szkoleniowo-targowy

Za nimi pracowity okres nie tylko na instalacjach. W ostatnich miesiącach zorganizowaliśmy szereg szkoleń i braliśmy udział w 3 targach branżowych i kilku konferencjach dla służb utrzymania ruchu. Mieliśmy okazję spotkać się z przedstawicielami różnych zakładów na targach EXPOGAS w Kielcach, ENERGETABIE w Bielsku Białej i targach



SYMAS&MAINTENANCE w Krakowie. W międzyczasie zorganizowaliśmy dwa szkolenia z cyklu „Pomiary w przemyśle”, 3 szkolenia z cyklu „Akademia AKP” i dwa jednodniowe szkolenia w formie „Lunch&Learn”. Serdecznie dziękujemy wszystkim, z którymi udało nam się spotkać i do zobaczenia w 2024 roku.

Certyfikat Beamex Expert Partner

W tym roku uzyskaliśmy tytuł Partner Expert w zakresie rozwiązań kalibracyjnych fińskiego producenta, firmy Beamex. Uzyskany certyfikat to efekt wielu lat współpracy na linii Introl-Beamex, podczas których wymienialiśmy się doświadczeniami, uzupełnialiśmy wiedzę i udoskonaliли nasze kompetencje z zakresu prawidłowej kalibracji urządzeń pomiarowych. Beamex oferuje zintegrowane rozwiązania kalibracyjne, czyli zaawansowane, przemysłowe kalibratory współpracujące ze specjalistycznym oprogramowaniem. Taki Zintegrowany System Wzorcowania pozwala w profesjonalny sposób kontrolować procesy kalibracji, redukując błędy i zmniejszając koszty. Beamex to światowy lider w zakresie rozwiązań kalibracyjnych. Obecność wśród grona partnerów-ekspertów firmy Beamex to dla nas powód do dumy.



Spotkanie z Fleximem

W naszej codziennej działalności spotykamy się nie tylko z klientami ale także naszymi partnerami biznesowymi. Jednym z takich spotkań był „sales meeting” w berlińskiej siedzibie Flexima.

W spotkaniu brali udział, oprócz dwóch naszych inżynierów, dystrybutorzy z takich krajów jak: Turcja, Rumunia, Bułgaria, Izrael, Belgia, UK, Irlandia Północna, Szkocja, Grecja, Norwegia, Dania, Finlandia, Islandia, Słowacja, Czechy, Słowenia, Litwa.



Były to dla nas bardzo owocne 3 dni pełne ciekawych dyskusji na tematy aplikacyjnej, wymiany doświadczeń z aplikacji przepływomierzy ultradźwiękowych na różnych instalacjach oraz rozważań co do przyszłości pomiarów bezinwazyjnych. Nasi ludzie zaprezentowali innym „success story” dotyczący licznych aplikacji pomiaru przepływu za pomocą przepływomierzy bezinwazyjnych w zakładach z branży górnictwa i hutnictwa miedzi.



Termiczny przepływomierz masowy FS10i do powietrza i gazu ziemnego

Przepływomierz do powietrza i gazu ziemnego FS10i łączy w sobie dokładne czujniki przepływu masowego, precyzyjny układ elektroniczny i wymagające wzorcowania dla gazów; z trwałą, przemysłową konstrukcją bez ruchomych części. Przepływomierz FS10i stanowi doskonałe rozwiązanie do pomiaru przepływu powietrza lub gazu ziemnego, które na bieżąco spełnia wymagania techniczne najtrudniejszych zastosowań technologicznych i przemysłowych. Do szerokiego obszaru zastosowań przepływomierzy należą między innymi: pomiar przepływu gazu ziemnego, pomiar przepływu w układach wentylacji kabiny lakierniczej, pomiar przepływu powietrza maszynowego, pomiar przepływu powietrza w pomieszczeniu czystym czy pomiar powietrza wlotowego palnika, pieca i kotła.

Przepływomierz wirowy M24

Drugą nowością w zakresie pomiarów przepływu jest przepływomierz wirowy Vortek in-line model M24. To uniwersalny przepływomierz do pomiaru cieczy, pary wodnej i gazów. M24 mierzy przepływ poprzez wykrywanie częstotliwości z jaką wiry są wytwarzane na przemian, na dwóch krawędziach belki generującej (nazywanej w mechanice płynów ciałem o kształcie urwistym). Zgodnie z prawami fizyki, częstotliwość naprzemiennej generacji wirów jest wprost proporcjonalna do prędkości przepływu. Model M24 jest przeznaczony do zabudowy między kołnierze rurociągu. Względem swojego starszego brata, modelu M22, nowy przepływomierz został udoskonalony o możliwość wbudowanej redukcji średnicy w celu zwiększenia prędkości przepływu. Ta funkcja przydaje się w celu obniżenia dolnej granicy przepływu.



Kolejne nowości dla HVAC od E+E Elektronik

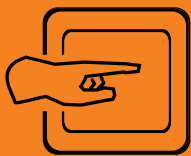
Nowa seria przetworników firmy E+E dla układów klimatyzacji i wentylacji stawia na nowoczesny design. Przeznaczona jest do pomieszczeń, w których przetwornik jest eksponowany, a tym samym jego wygląd powinien nawiązywać do aktualnych trendów wykończenia wnętrz. W parze za nowym wyglądem idzie nowoczesna technologia. Wszechstronny czujnik pokojowy łączy w jednym urządzeniu pomiar CO₂, temperatury (T) i wilgotności względnej (RH). W serii dostępne są także wersje bez pomiaru CO₂ lub tylko z pomiarem temperatury. Urządzenia zostały zoptymalizowane pod kątem sterowania wentylacją i automatyki budynków w zastosowaniach mieszkaniowych i komercyjnych.



Przetwornik wilgotności i temperatury dla wymagających aplikacji

W naszej ofercie pojawiło się jeszcze jedno nowe rozwiązanie marki E+E. Przetwornik HTS801 to nowa odsłona najbardziej zaawansowanej linii przetworników wilgotności z podgrzewanym sensorem. Łączy tym samym funkcjonalność przetworników EE33 z koncepcją obudowy znaną z przetwornika EE310, w której zastosowano duży kolorowy wyświetlacz z rejestracją danych oraz przyciski sterownicze umieszczone na obudowie. Mimo, iż przetwornik posiada funkcję „Automatic ReCovery (ARC)”, która przez podgrzanie sondy wypala zgromadzone na sensorze zanieczyszczenia, zdarza się sporadycznie, że bardzo agresywne środowisko powoduje uszkodzenie sondy pomiarowej. Dla przetwornika EE33 oznacza to przestój w pomiarze i konieczność naprawy urządzenia przez producenta. Nowy HTS801 posiada funkcję nazwaną „rapidX Smart Probe”, która umożliwia szybką i łatwą wymianę sond typu „plug and play”. Każda inteligentna sonda HTS801 RapidX automatycznie przesyła swoje specyficzne parametry po podłączeniu jej do elektroniki HTS801 i można ją wymienić nawet podczas pracy. Dzięki temu, bez jakiegokolwiek konfiguracji, regulacji lub kalibracji, w kilka minut przywracamy funkcjonalność układu. Jest to szczególnie przydatne do wykluczenia przestojów i związanych z nimi kosztów w trudnych warunkach przemysłowych. Oprócz funkcji „rapidX Smart Probe” przetwornik HTS801 ma dodatkowo wbudowany rejestr zdarzeń oraz histogram z danymi historycznymi. Umożliwia to weryfikację w jakich ekstremalnych warunkach urządzenie pracowało i pozwala tym samym poprawić jego funkcjonalność w przyszłości.





temat wydania



DARIUSZ GÓRSZCZYK

Absolwent kierunku Zarządzanie i inżynieria produkcji (specjalizacja: Technologie produkcji i eksploatacji systemów technicznych) na PWSZ w Nowym Sączu. W Introl pracuje od 2020 roku, obecnie na stanowisku zastępcy kierownika w dziale czujników temperatury i mierników przenośnych. Do jego głównych zadań należy dobór przemysłowych czujników temperatury oraz mierników i kamer ultradźwiękowych.

Tel: 785 900 870

Monitorowanie i optymalizacja kosztów w instalacjach sprężonego powietrza

Rosnące koszty energii niepokoją zarówno osoby zarządzające budżetem domowym, jak i właścicieli, zarządy i dyrektorów finansowych zakładów. Galopujące ceny energii elektrycznej uderzyły najbardziej w przedsiębiorców, których nie chronią żadne „tarcze” czy ustawy zamrażające ceny. Rosnące ceny za 1 MWh pociągają za sobą drastyczne zmiany kosztów procesów, szczególnie tych energochłonnych. Takim procesem, jeszcze kilka lat temu pomijalnym z punktu widzenia ekonomii zakładu, jest wytwarzanie sprężonego powietrza. W dobie rosnących cen energii, sprężarki generują znaczące koszty dla zakładu, a sprężone powietrze stało się po prostu medium kosztownym. Patrząc na koszty energii z tej perspektywy należy zadać sobie pytanie – w jakim stopniu jesteśmy w stanie zoptymalizować proces zużycia sprężonego powietrza oraz zminimalizować występowanie jego strat? Na pomoc przychodzą ultradźwiękowe metody wykrywania nieszczelności w instalacjach sprężonych gazów. Przyjrzyjmy się więc procedurze szukania nieszczelności, ich lokalizacji oraz określania wielkości strat za pomocą ultradźwięków.



WYCIEKI SPRĘŻONEGO POWIETRZA

Sprężone powietrze to powietrze o ciśnieniu wyższym niż początkowe (atmosferyczne), wytwarzane przy użyciu specjalistycznych urządzeń nazywanych sprężarkami powietrza. W zależności od przyszłych zastosowań oraz wymaganej jakości i czystości sprężonego powietrza, stosuje się sprężarki o różnej konstrukcji i specyfikacji. Dzięki swoim właściwościom sprężone powietrze ma szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Wykorzystywane jest głównie jako medium

do zasilania urządzeń pneumatycznych takich, jak: pistolety lakiernicze, szlifierki, przecinarki, klucze udarowe, siłowniki itp.

W odróżnieniu do energii elektrycznej, gazu czy wody, sprężone powietrze jest wytwarzane głównie na miejscu, w danym zakładzie. Co za tym idzie, powinniśmy mieć pełną kontrolę nad instalacją. Z naszego doświadczenia wiemy jednak, że w wielu zakładach nadal występują niewłaściwa praktyka użytkowania, nadzoru oraz konserwacji linii ze sprężonym powietrzem. To prowadzi do generowania kosztów, które możemy minimalizować. Przykładowo, zakład, który ignoruje prawidłową kontrolę działania instalacji sprężonego powietrza odnotowuje straty na poziomie 20-30% wydajności sprężarki. W przypadku proaktywnego wykrywania nieszczelności i ich usuwania, straty mogą spaść poniżej 10% mocy sprężarki.

Bardzo ważną sprawą jest zrozumienie przez przedsiębiorstwo, ile potencjalnych strat niesie za sobą złe nadzorowanie linii ze sprężonym powietrzem. Spora rzesza pracowników nie posiada odpowiedniej wiedzy (gdyż nigdy nie była przeszkolona) na temat kosztów oraz prawidłowej praktyki użytkowania instalacji. W konsekwencji dochodzi do defektów takich jak mikropęknięcia na zużytych wężach, złączach, rurociągach czy uszczelnieniach. Mogą one znajdować się w punktach przyłączeniowych czy też w trudno dostępnych miejscach np. za maszynami lub rurociągach umiejscowionych przy suficie hali produkcyjnej.

Wycieki sprężonego powietrza są trudne w wykrywaniu, gdyż są bezwonne, bezbarwne. Bardzo często są niesłyszalne pośród dźwięku



Rysunek 1
Przemysłowa sprężarka powietrza



pracujących maszyn i urządzeń na halach produkcyjnych. Dlatego osoby pracujące w służbach utrzymania ruchu często je ignorują, ponieważ nie powodują zauważalnego zagrożenia życia czy też niepowołanego zatrzymania linii produkcyjnej. Jednak wycieki, mimo iż niegroźne, bywają bardzo kosztowne. Jak długo nie zmienimy postrzegania kłopotu wycieków sprężonego powietrza jako problemu priorytetowego, tak długo przedsiębiorstwa będą ponosić straty, które można zminimalizować.

o napięciach powyżej 2 kV w kierunku wyładowań niezupełnych. Jednym z ich głównych zastosowań jest także wykrywanie przecieków sprężonego powietrza.



METODY WYKRYWANIA NIESZCZELNOŚCI

Tradycyjna metoda detekcji nieszczelności wycieków sprężonego powietrza opiera się na nasłuchiowaniu charakterystycznych, syczących dźwięków. Metoda ta ma wiele wad – między innymi wykrywa jedynie wyraźne nieszczelności, a w miejscach o dużym poziomie hałasu jej skuteczność jest ograniczona. Kolejnym ograniczeniem jest nasz ośrodek słuchu – ucho, który działa w paśmie od 50 Hz do maksymalnie 20 kHz.

Następną z metod jest tzw. pianka do detekcji nieszczelności. Niewralgiczne miejsce, głównie połączenie węża/rury, gdzie może zachodzić ryzyko nieszczelności, spryskuje się preparatem z odległości około 40 cm. Jeśli w tym miejscu znajdują się nieszczelności, będą tworzyć się pęcherzyki powietrza. Procedura ta jest bardzo czasochłonna i wymaga angażowania sporej grupy ludzi, aby udało się skontrolować instalację znajdującą się na całym zakładzie. W praktyce, w większości przypadków jest to niemożliwe do wykonania we wszystkich miejscach, w których może dojść do wycieku.

Ostatnią metodą jest wykrywanie nieszczelności na podstawie ultradźwięków. Ultradźwięki są to fale dźwiękowe o częstotliwości powyżej 20 kHz, czyli są niesłyszalne dla człowieka. Nieszczelności, poprzez przepływ turbulentny, w miejscu wycieku generują niesłyszalne dla nas ultradźwięki. Właśnie dlatego za pomocą ultradźwiękowych mierników oraz specjalistycznych kamer jesteśmy w stanie bez problemu zlokalizować miejsce i poziom defektu.



MIERNIKI ULTRADŹWIĘKOWE



Rysunek 2
Zakres częstotliwości dźwięku

Mierniki ultradźwięków to wielofunkcyjne urządzenia pozwalające na detekcję, pomiar oraz rejestrację ultradźwięków. Te innowacyjne mierniki są wykorzystywane w wielu obszarach dotyczących szczególnie pracy działu utrzymania ruchu. Przyrządy te pozwalają kontrolować i analizować pracę łożysk, odwadniaczy, zaworów, przekładni oraz inspekcję elektryczną instalacji



Rysunek 3
Miernik ultradźwięków i wibracji SDT 340

Mierniki przetwarzają sygnał ultradźwiękowy na dźwięk słyszalny dla człowieka, dlatego zestaw z reguły posiada słuchawki. Przyrządy wyposażone są w kolorowy wyświetlacz oraz kilka przycisków funkcyjnych. Mierniki w swoim komplecie posiadają pełną gamę różnych sond pomiarowych. Do detekcji przecieków wykorzystujemy sondy bezkontaktowe:

- Paraboliczna sonda bezkontaktowa – umożliwia pomiar od 2 do 30 m. Szczególnie przydatna podczas przeprowadzania kontroli układów sprężonego powietrza znajdujących się poza zasięgiem „ręki” – na wysokości, np. przy suficie hali. Sonda ma wbudowany wskaźnik laserowy oraz muszkę szczerbinową, aby dokładnie wskazać miejsce wycieku.
- Elastyczna sonda bezkontaktowa – druga z sond wykorzystywanych przy kontroli nie-

”Mierniki przetwarzają sygnał ultradźwiękowy na dźwięk słyszalny dla człowieka.



„Za pomocą ultradźwiękowych mierników oraz kamer akustycznych jesteśmy w stanie szybko zlokalizować miejsce i poziom wycieku.



Rysunek 4
Paraboliczna sonda bezkontaktowa

szczelności. Przyrząd ma elastyczną szyjkę zakończoną ultradźwiękowym mikrofonem o średnicy 16 mm. Sondę możemy dowolnie wyginać tak, aby umożliwić wygodny pomiar. Należy ją jednak chronić przed zanieczyszczeniami, szczególnie płynami, które mogą obniżyć czułość mikrofonu.



Rysunek 5
Elastyczna sonda bezkontaktowa

Wykonywanie kontroli przy użyciu mierników polega na dokładnym skanowaniu instalacji sprężonego powietrza za pomocą sond bezkontaktowych. Podczas pomiarów z reguły używamy podłączonych do miernika słuchawek, dzięki którym będziemy słyszeć przetworzony sygnał ultradźwiękowy. Na wyświetlaczu urządzenia będzie się również pokazywał poziom ultradźwiękowy w dBmV. Mierniki będą wyświetlać na ekranie informacje dotyczące zmniejszenia lub zwiększenia wzmocnienia poziomu ultradźwięków, dostosowując się do poziomu hałasu środowiska pracy. Hałas wytwarzany przez pracujące maszyny będzie ignorowany. Skanując instalację szukamy najwyższego poziomu ultradźwięków, który jest charakterystyczny dla wycieków. Dzięki temu uda nam się dokładnie zlokalizować defekty powodujące wycieki sprężonego powietrza.



ULTRADŹWIĘKOWE KAMERY AKUSTYCZNE

Obok mierników ultradźwięków mamy także do dyspozycji kamery akustyczne. Są to przenośne, przemysłowe rejestratory akustyczne obsługujące pasmo częstotliwości ultradźwięków. Kamery wykorzystują specjalnie ukształtowaną



Rysunek 7
Kamera akustyczna CRY SOUND – wyświetlacz



Rysunek 6
Kontrola instalacji przy użyciu miernika SDT 340



matrycę mikrofonów wykonanych w technologii MEMS do gromadzenia danych o natężeniu emisji źródeł dźwięku. W kamerze o wysokiej rozdzielczości dźwięku te nanoszone są na obraz wideo w czasie rzeczywistym. Przemysłowe kamery akustyczne pomagają szybko wykryć wycieki gazu



Rysunek 8
Kamera akustyczna CRY SOUND – matryca mikrofonów MEMS

pod ciśnieniem i próżni w hałaśliwych instalacjach przemysłowych. Zasięg detekcji wycieków waha się w granicach od 0,3 m do aż **120 m**.

Przeprowadzanie kontroli wycieków kamerami akustycznymi wykonujemy bardzo podobnie jak w przypadku mierników ultradźwięków, dokładnie skanując instalację sprężonego powietrza. W trakcie przeprowadzania audytu musimy dostosować dwa parametry: zakres częstotliwości testowej oraz zakres dynamiki testu. Natomiast sygnał ultradźwiękowy jest przetwarzany na obraz widzialny w formie kolorowych „plam” w miejscu występowania nieszczelności. W momencie znalezienia wycieku możemy bezproblemowo wykonać i zapisać zdjęcie lub nagrać film. Kamery akustyczne dają nam więc możliwość szybkiej lokalizacji nieszczelności oraz przeskanowania bardzo dużej powierzchni w krótkim czasie.



Rysunek 9
Wyciek zobrazowany w kamerze akustycznej CRY SOUND

owej, jak i w aplikacji mobilnej, można dokonać przeglądu wykonanej pracy, rzeczywistych i potencjalnych oszczędności w złotych i ilość strat powietrza w m³/h. Można również zobaczyć datę, kiedy audyt miał miejsce oraz które ze znalezionych nieszczelności zostały już naprawione, a które dalej pozostają bez naprawy.

Jak wprowadzać dane do aplikacji? Przed wykonywaniem przeglądu musimy znać i wprowadzić kilka istotnych informacji dotyczących specyfikacji technicznej układu ze sprężonym powietrzem w danej fabryce. Są to: wydajność sprężarki, cena

”Kamery akustyczne dają nam możliwość szybkiej lokalizacji nieszczelności oraz przeskanowania bardzo dużej powierzchni w krótkim czasie.

20:43 [status icons]

← Wyciek 8 [edit icon]

Edytujący: Dariusz Górszczyk

Data lokalizacji: 28-09-2023

Data naprawy:

Przegląd: Introl Sp. z o.o.

Szeroki kąt Zbliżenie

Lokalizacja: Hala produkcji 1

Numer etykiety: 8

Sonda: FLEXID2

Odległość od wycieku	20 cm
Rodzaj gazu	Sprężone powietrze
Pomiar (dBμV)	16.2
Litrów/Godzinę	215.0
Strata (m ³ /Godzinę)	0.2
Strata (zł/rok)	282.0
kWh/m ³	0.1
Godzin/rok	8760.0
Ważność	Niski
Status	Nie naprawiony

Uwagi i komentarze

Nieszczelność na wylocie do węża

Przeglądy Ranking Ustawienia

Rysunek 10
Przykładowy wyciek w aplikacji LEAKreporter



APLIKACJA DO TWORZENIA RAPORTÓW

Aby ułatwić pracę osobom nadzorującym instalację sprężonego powietrza, stworzono aplikację mobilną na smartfony i platformy internetowe, do rejestrowania oraz generowania raportów pokazujących poziom wycieków po wykonaniu audytu w danej fabryce. Po zebraniu danych z przeglądu linii zarówno na platformie interne-



Systematyczna diagnostyka instalacji może znacząco obniżyć koszty związane z eksploatacją sprężonego powietrza.

za 1 kW energii elektrycznej, przypuszczalna ilość godzin, w których instalacja jest w trakcie pracy oraz ciśnienie robocze. Wszystkie te informacje wprowadzamy do aplikacji tworząc „nowy przegląd”. Wprowadzenie danych w aplikacji jest bardzo intuicyjne, zgodnie z opisanymi „okienkami”. Jeśli posiadamy powyższe dane i są one zapisane w aplikacji, to możemy przejść do wykonywania przeglądu nieszczelności miernikami ultradźwięków lub kamerami akustycznymi. W momencie znalezienia nieszczelności, otwieramy aplikację, wykonujemy dwa zdjęcia (z daleka i blisko), opisujemy miejsce na hali, w którym się znajdujemy, następnie wpisujemy wartość liczbową z wyświetlacza miernika – zapisujemy znaleziony wyciek. Możemy już w tym momencie sprawdzić jak duży jest to wyciek w m^3/h oraz ile tracimy złotych w ciągu roku. Analogicznie zapisujemy kolejne znalezione wycieki. Po przeprowadzeniu całego audytu możemy przejść do generowania raportu w formacie pdf. Raport ten będzie zawierał wszystkie zapisane dane oraz znalezione wycieki z opisami i określoną ilością strat. Aplikacja podsumuje całkowitą wartość strat w m^3/h oraz straty finansowe wyrażone w danej walucie.



MIERZ, RAPORTUJ, OSZCZĘDZAJ

Sprężone powietrze jest jednym z bardzo ważnych mediów wykorzystywanym w zakładach przemysłowych. Jest ono wytwarzane głów-

nie na miejscu dzięki odpowiednio dobranym sprężarkom. Koszt wyprodukowania sprężonego powietrza jest stosunkowo wysoki, dlatego też prawidłowa kontrola działania oraz konserwacja instalacji ze sprężonym powietrzem są niezwykle istotne z punktu widzenia optymalizacji procesów. Prawidłowo przeprowadzona, systematyczna diagnostyka instalacji może znacząco obniżyć koszty związane z eksploatacją sprężonego powietrza i ograniczyć powstawanie generujących straty nieszczelności. W przeglądach instalacji pomogą nam urządzenia ultradźwiękowe – zarówno mierniki ultradźwięków, jak i akustyczne kamery. Przyrządy te są bardzo intuicyjne i proste w obsłudze. Dzięki oprogramowaniu jesteśmy w stanie tworzyć szczegółowe raporty, katalogować wycieki, które znaleźliśmy podczas przeglądu. Dane te w każdej chwili możemy analizować, pozwala nam to na podejmowanie kroków dotyczących napraw poszczególnych defektów. Warto przy tym zaznaczyć, że wartości zawarte w raporcie są przyjmowane jako szacunkowe, a do dokładnego obliczenia kosztów strat wycieków służą przepływomierze (w tym te rozliczeniowe). Metody ultradźwiękowe natomiast znacznie ułatwią nam dobrą praktykę dbania o instalację ze sprężonym powietrzem i zdecydowanie obniżą koszty eksploatacji tego medium. Oczywiście można praktykować starsze metody wykrywania nieszczelności, ale są one mało miarodajne, słabo wydajne i bardzo czasochłonne.



Akustyczna kamera obrazowa CRYSOUND



**Zobacz i usłysz więcej nieszczelności
i wyładowań niezupełnych**



**Ultrasound
Solutions**



Pompy ciepła, czyli sposób na odzyskiwanie ciepła odpadowego

Każdy zakład produkcyjny wykorzystuje dużą ilość energii, która dostarczana jest w postaci energii elektrycznej i paliw kopalnych. Zazwyczaj 20% energii przychodzącej wykorzystywana jest do oświetlenia oraz do urządzeń zamieniających energię elektryczną w mechaniczną. Czy w takim razie to oznacza, że 80% energii pierwotnej wykorzystywana jest w procesie wytwarzania? W większości branż przemysłowych niestety odpowiedź jest jednoznacznie przecząca. Otóż tylko niewielka część energii wykorzystywana jest w produkcie końcowym, a olbrzymie ilości energii pierwotnej kończą jako ciepło odpadowe, często tracone kominami, wieżami chłodniczymi czy ściekami. To właśnie w ciepłe odpadowe należy szukać wymiernych i często ogromnych oszczędności dla zakładu i korzyści dla naszej planety.



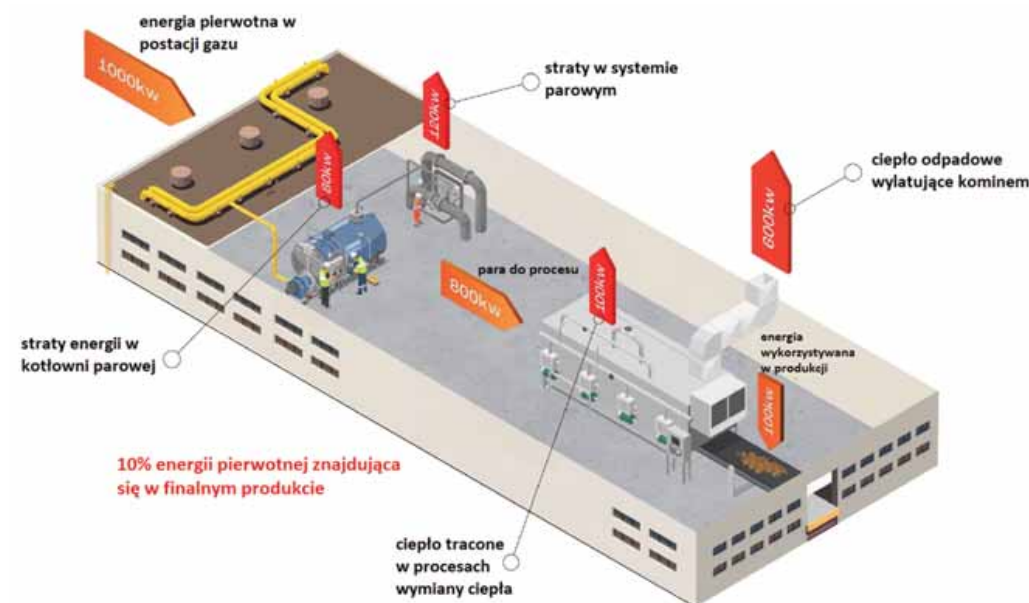
PROCESY GRZANIA I CHŁODZENIA W PRZEMYŚLE

Następujące po sobie procesy grzania i chłodzenia stanowią podstawę wytwarzania produktów w przemyśle. Chłodzenie osiąga się poprzez usuwanie ciepła z cieczy, w specjalnie zaprojektowanych wieżach chłodniczych, z których zazwyczaj wydobyte ciepło ulatnia się do atmosfery. Są to olbrzymie ilości energii, które mogą stanowić aż 1/3 zapotrzebowania zakładu w ciepło. Największy potencjał ciepła odpadowego z chłodzenia występuje w fabrykach, które stosują procesy głębokiego zamrażania, a wytworzone produkty opuszczają fabrykę w temperaturze niższej niż dostarczone do fabryki surowce. Głównie są to producenci lodów czy mrozonek.

Z kolei w procesach grzewczych ciepło traczone jest do atmosfery w wyniku nieefektywności w wytwarzaniu i dystrybucji mediów. Warto tu

nadmienić zakłady, w których wykorzystywana jest para wodna jako źródło ciepła, a ich efektywność systemu parowego na ogół waha się między 60 a 80%. Energia wykorzystywana jest do procesów takich jak: suszenie produktów poprzez odparowanie wody, podgrzewanie produktu w celu wywołania reakcji chemicznej, ogrzewanie, nawilżanie, osuszanie powietrza, podgrzewanie wody służącej do mycia itp. No właśnie, a co dzieje się z energią w kolejnym etapie? W procesach suszenia, które stanowią największe zużycie pary, aż 80% energii uwalniana jest do atmosfery poprzez kominy w postaci bardzo wilgotnego powietrza o temperaturze poniżej 80°C. W kolumnach destylacyjnych czy wyparkach dzieje się podobnie, bo produkt końcowy również musi być schłodzony.

Rysunek nr 1 przedstawia typowy (niestety) przepływ energii w fabryce.



Rysunek 1.
Straty energii pierwotnej w typowym zakładzie przemysłowym



PAWEŁ HOŁA

Absolwent Politechniki Śląskiej, od 2007 roku zawodowo zajmuje się armaturą przemysłową. W Introlu pracuje na stanowisku kierownika działu armatury przemysłowej.

tel. 601 55 33 61



WYKORZYSTANIE ENERGII W OBIEGU

Mimo, że wartości energii w ciepłe odpadowym znacząco są mniejsze w stosunku do energii pierwotnej, to jej ilość nadal jest znacząca. Szacuje się, że 50 do 80% energii wykorzystywanej w przemyśle lekkim tracona jest w postaci ciepła w temperaturze poniżej 200°C lub nawet w temperaturach poniżej 90°C. Oznacza to, że powyższe **50 do 80% energii może być powtórnie wykorzystane**. Ba! Stosując cyrkulację ciepła przemysłowego możemy sprawić, że będzie ono wykorzystywane powtórnie w procesie.

W celu uzyskania maksymalnej efektywności energetycznej zakładów przemysłowych stosuje się analizy integralności procesów lub metody analityczne określane jako „Pinch”. Metoda Pinch polega na mapowaniu zimnych i gorących strumieni celem oszacowania, jaką maksymalną ilość ciepła możemy odzyskać, przy minimalnym zapotrzebowaniu na energię w fabryce. Inaczej mówiąc, procesy zachodzące w przemyśle oparte są na grzaniu bądź na chłodzeniu. Metodologia Pinch polega na wytyczeniu dwóch krzywych reprezentujących te procesy i znalezieniu punktu, w którym te krzywe są najbliżej siebie, czyli miejsca, w którym będzie najmniejsza temperatura różnicowa między nimi. Przebiegi strumieni pokazano na rysunku nr 3.

„Szacuje się, że 50 do 80% energii wykorzystywanej w przemyśle lekkim jest tracona.”

wych liderów wspierających zakłady przemysłowe w epoce przemian, firma Armstrong International, swoją mapę drogową rozбивa na trzy etapy:

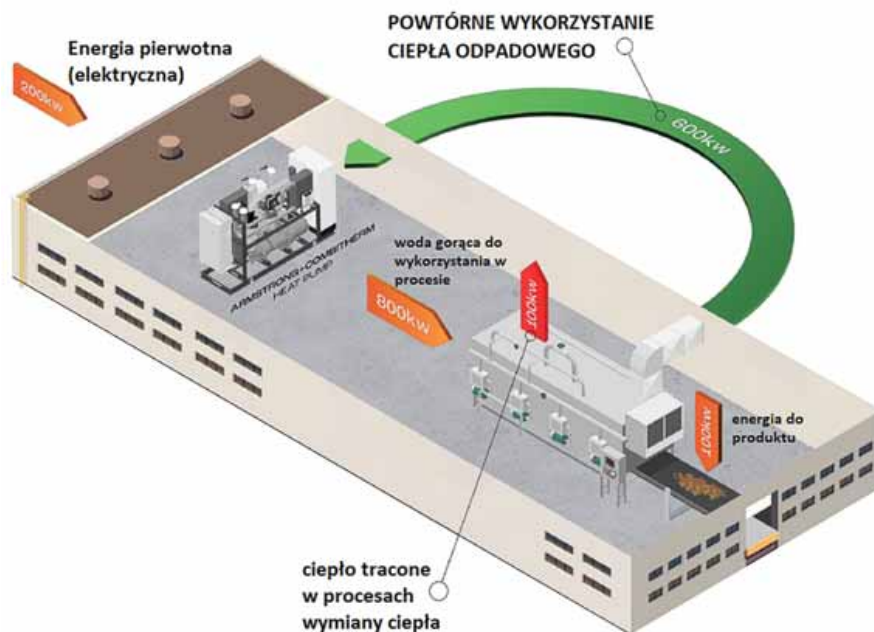
1. Optymalizacja wydajności systemu poprzez wykorzystanie ciepła odpadowego.
2. Zminimalizowanie zapotrzebowania na energię w procesie.
3. Dekarbonizacja głównego źródła energii.

Przyjrzyjmy się tym etapom.



ETAP 1. OPTIMALIZACJA WYDAJNOŚCI SYSTEMU POPRAZ WYKORZYSTANIE CIEPŁA ODPADOWEGO

W Polsce wciąż mamy wiele zakładów powstających w słusznym minionej epoce, w której paliwa kopalne uważano za tanie i łatwo dostępne źródło energii. Niewielu wtedy przejmowało się również emisją CO₂, więc projektowanie było łatwe i jednokierunkowe, tj. ciepło odpadowe ulatniało się na ogół kominem i mało kto się tym przejmował. Dzisiejsze realia spowodowały diametralną zmianę. Obecnie, w obliczu wojny za naszą wschodnią



Rysunek 2.

Powtórne wykorzystanie ciepła odpadowego przy wykorzystaniu pompy ciepła

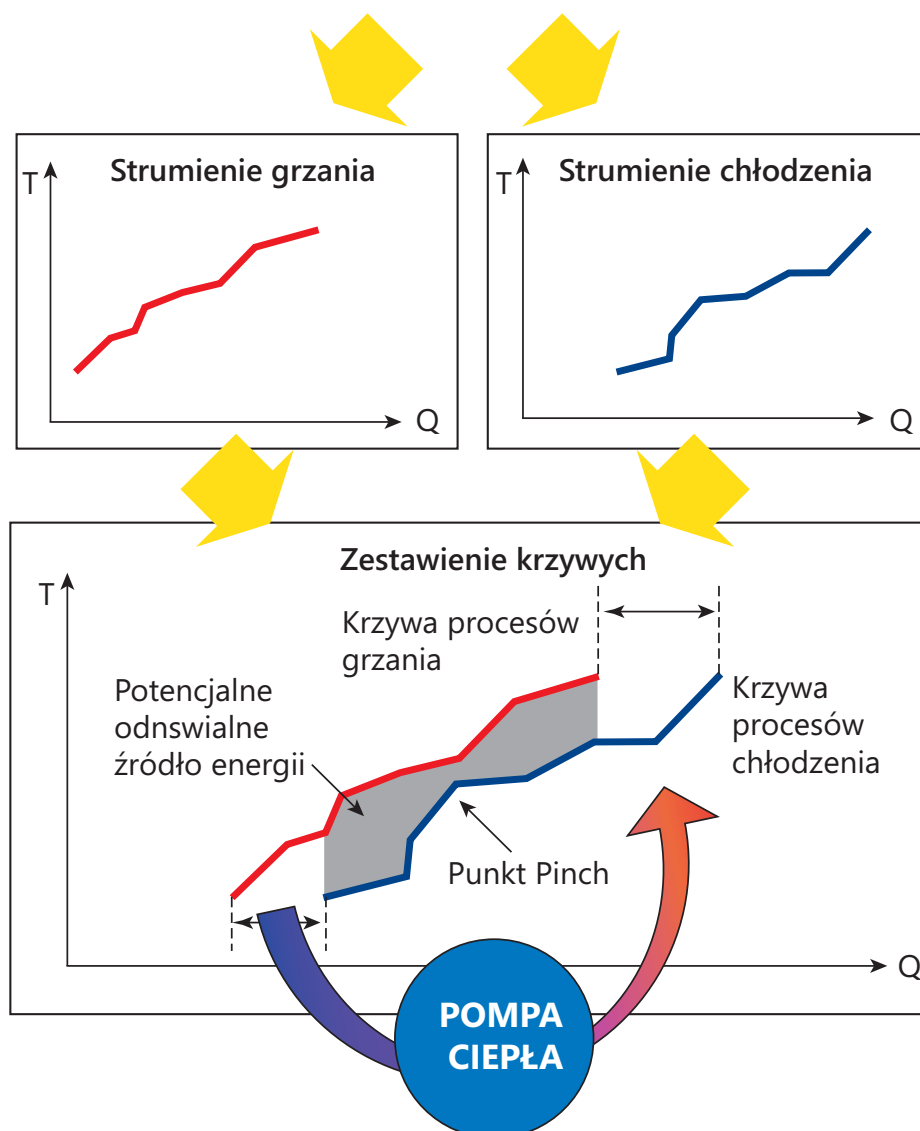
W punkcie Pinch potrzebujemy użyć najmniej energii do podgrzewania zimnej krzywej przez wymianę ciepła pomiędzy procesami. W przemyśle lekkim do odzyskiwania i magazynowania ciepła odpadowego z procesów chłodzenia wykorzystywana jest sieć wymienników ciepła. Efektem finalnym jest zmniejszenie zużycia energii pierwotnej i emisji CO₂.

Stojąc w obliczu galopujących cen energii i konieczności dekarbonizacji, jeden ze światowo-

granicy, dostęp do energii, a raczej jej brak ma charakter geopolityczny. To sprawia, że energia odnawialna staje się relatywnie tańsza, zważywszy, że koszty emisji CO₂ są coraz większe. Zresztą ceny emisyjności CO₂ w Polsce są jedne z najwyższych w całej Unii Europejskiej ze względu na udział paliw kopalnych w procesie wytwarzania energii. Przyszedł zatem czas, że i z punktu widzenia ekonomii, przemiany stają się opłacalne.



DANE Z PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH



Rysunek 3.
Zestawienie strumieni grzania i chłodzenia celem określenia punktu Pinch

Wróćmy jednak do wykorzystania ciepła odpadowego. W momencie całkowitego zniknięcia paliw kopalnych z procesu wytwarzania energii, najbardziej ekonomicznym sposobem pozyskiwania energii będzie cyrkulacja energetyczna i dekarbonizacja systemu.



PROCES ODEJŚCIA OD PARY WODNEJ

Fabryki wykorzystujące parę w przemyśle lekimi z reguły wytwarzają i dystrybuują parę nasyconą o ciśnieniu 10 bar w temperaturze 185°C, nawet jeżeli sam proces wymaga dużo niższej temperatury. W aspekcie cyrkulacji energii, odzyskiwanie ciepła odpadowego do wytwarzania pary o niskim ciśnieniu, którą można następnie sprężyć do wyższego ciśnienia, jest technicznie wykonalne.

Jeśli jednak ostatecznym celem jest podgrzanie produktu w znacznie niższej temperaturze,

spowoduje to nadmierne zużycie energii, częściowo ze względu na minimalne 20% straty, które powszechnie akceptowalne są w systemach parowych. Innymi słowy jest to nieoptyczne.

Dlatego jedynym kierunkiem jest odejście od pary wodnej (z ang. desteaming), wykorzystanie wody jako czynnika grzewczego w temperaturze do 120°C i optymalizacja procesu odzysku ciepła odpadowego. Mówiąc ściślej, proces wytwarzania ciepła i wykorzystania go w procesie musi się zażębiać, a odparowanie ciepła powinno być wykorzystane do ogrzewania niskotemperaturowego.

Teoretycznie, zerkając na tabele parowe zauważymy, że korzystanie z gorącej wody wymaga znacznie większych powierzchni wymiany ciepła, ponieważ ciepło jawne zawiera od 4 do 5 razy mniej energii niż ciepło utajone. Jednakże w praktyce, wykorzystywane wymienniki parowe są często przewymiarowane, dlatego kalkulacje wskazują, że często wystarczające jest podwojenie powierzchni wymiany ciepła.

„Odparowanie ciepła powinno być wykorzystane do ogrzewania niskotemperaturowego.



Rysunek 4.
Przemysłowa pompa ciepła Armstrong



POMPA CIEPŁA, CZYLI SERCE NOWOCZESNEJ FABRYKI

Ciepło odpadowe z procesów grzewczych często można odzyskać jedynie za pomocą wymienników ciepła. Jeżeli powietrze procesowe jest zanieczyszczone, może to być niezwykle trudne do przeprowadzenia. Ponadto, ciepło odpadowe jest często dostępne w temperaturach niższych niż wymagania procesu, dlatego jego parametry muszą być podwyższane. Tu swoją rolę odgrywa pompa ciepła. Przy wykorzystaniu energii elektrycznej uruchamiane są kompresory pompy, których zadaniem jest zwiększenie temperatury ciepła odpadowego do wymaganych poziomów.

Technologia stosowana w pompach ciepła istnieje przeszło od 170 lat. Jest to ta sama technologia, która obsługuje lodówki w naszych domach i klimatyzację w naszych biurach. Opiera się na krążącym czynniku roboczym – chłodziwie, które na przemian paruje i skrapla się. Inaczej mówiąc, pompę ciepła można najprościej określić jako urządzenie, w którym ciepło przenoszone jest poprzez pompowanie czynnika roboczego pomiędzy dwoma wymiennikami ciepła w cyklu parowania i kondensacji. Czynnik roboczy pompy wpływa do niskotemperaturowego wymiennika ciepła lub parownika, gdzie następuje odparowanie pod niskim ciśnieniem i pochłanianie jest ciepło ze źródła ciepła (proces absorpcji). Źródłem może być schłodzona woda wieży chłodniczej, czy dowolne stałe ciepło odpadowe. W kolejnym etapie czas na sprężarkę, dzięki której zwiększa się ciśnienie i temperatura czynnika roboczego do wymaganej temperatury skraplania. Następnie czynnik roboczy wpływa do wysokotemperaturowego wymiennika ciepła w formie wysokotemperaturowego gazu. Tam oddaje pochłonięte wcześniej ciepło do odbiornika ciepła poprzez kondensację pod wysokim ciśnieniem, czego efektem jest ciecz o wysokiej temperaturze lub gorąca woda. Najważniejszą zaletą pomp ciepła jest ich wydajność. Energia elektryczna konieczna do zasilania pompy zazwyczaj stanowi tylko 25–30% całkowitego zużycia energii. Co więcej, prawie cała ta energia ostatecznie przekształca-

na jest w ciepło użyteczne. Ważne przy tym jest to, że większość energii wyjściowej z pompy pochodzi z odzyskanego ciepła odpadowego o niskich parametrach.

Najczęściej pompy ciepła wykorzystywane w obiegu zamkniętym w przemyśle lekkim są o średniej mocy, oscylującej między 0,5 MW a 2 MW na jednostkę. Stosuje się w nich różnego typu czynniki robocze, które powinny być bezpieczne dla środowiska i niezawodne (ze względu na stosunkowo niskie ciśnienie w obiegu). Poprzez cyrkulację i przemiany termodynamiczne ich zadaniem jest zwiększenie temperatury ciepła odpadowego niższego niż 80°C do temperatury 120°C. Ten poziom temperatury umożliwia dodatkowo, w razie konieczności, wytworzenie pary o niskim ciśnieniu. Para ta może być wykorzystana do bezpośredniego wtłoku w produkt w procesie produkcyjnym lub, za pomocą termokompresorów, można zwiększyć jej temperaturę i ciśnienie.



MAGAZYNOWANIE CIEPŁA ODPADOWEGO

Ciepło odpadowe nie zawsze jest dostępne wtedy kiedy jest potrzebne. Po jego odzyskaniu gdzieś musi być dostarczone i przechowywane – zwykle w postaci gorącej wody do czasu, aż będzie można ją wykorzystać w procesie. Wyzwanie może stanowić konieczność do tego odpowiednia powierzchnia w fabryce, a to często bywa trudne.

Dzięki zastosowaniu pomp ciepła i obiegowi energii uzyskuje się bardziej dynamiczny system. Odzyskane ciepło krążące w cyrkulacji w dowolnym momencie może zostać wykorzystane do procesu podwyższania temperatury ciepła odpadowego i rozprowadzania go do odbiorników energii. Jest to bardzo wygodne również z punktu widzenia oszczędności, gdyż pompy mogą pracować w momencie najtańszej energii elektrycznej. System jest na tyle zautomatyzowany, że wykorzystując dane w czasie rzeczywistym decyduje, kiedy ciepło powinno być transportowane, a kiedy magazynowane.



ETAP 2. MINIMALIZOWANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ W PROCESIE

Stosunek ilości energii elektrycznej zużywanej przez pompę do dostarczanego ciepła określa współczynnik wydajności COP (z ang. Coefficient of Performance). Im COP jest większy, tym uzyskanie tej samej ilości ciepła wymaga mniejszego nakładu energii elektrycznej. Co oczywiste, COP związany jest więc ze wzrostem temperatury ciepła odpadowego. Optymalizacja współczynnika COP jest głównym powodem wyznaczania punktu Pinch, by źródła ciepła i temperatury grzania były względem siebie tak blisko, jak to możliwe.

Dotychczas projektowanie wielu procesów opierało się na wyższych temperaturach użytko-

”Odzyskane ciepło krążące w cyrkulacji w dowolnym momencie może zostać wykorzystane do procesu podwyższania temperatury ciepła odpadowego i rozprowadzania go do odbiorników energii.”



wych, w których stosunkowo łatwo jest je uzyskać stosując parę wodną jako czynnik grzewczy. Natomiast analizując rzeczywistą temperaturę pary w wymienniku ciepła (po obniżeniu ciśnienia przez zawór regulacyjny), czy wgłębiając się w wymogi temperaturowe procesu okazuje się często, że wymagana temperatura grzania jest znacznie niższa. W wyniku optymalizacji systemu opartym na analizie Pinch, współczynnik COP poprawia się nie wpływając na warunki procesowe w fabryce. Co ważne, pompy ciepła wytwarzające niższe temperatury wyjściowe wymagają mniej energii elektrycznej, więc współczynnik COP jest wyższy.



ETAP 3. DEKARBONIZACJA ŹRÓDEŁ ENERGII W FABRYCE

Energia elektryczna jest konieczna do uzyskania cyrkulacyjnego obiegu energii w zakładzie. Mówiąc o dekarbonizacji, należy pozyskać energię z odnawialnych źródeł energii. Tak więc pod rozważę należy wziąć źródła takie jak energia słoneczna, wodór, biogaz, czy biomasa. Firma Armstrong International podkreśla, że etap ten powinien zostać przeprowadzany **na samym końcu**, po procesie optymalizacji i osiągnięciu minimalnego zapotrzebowania na energię.



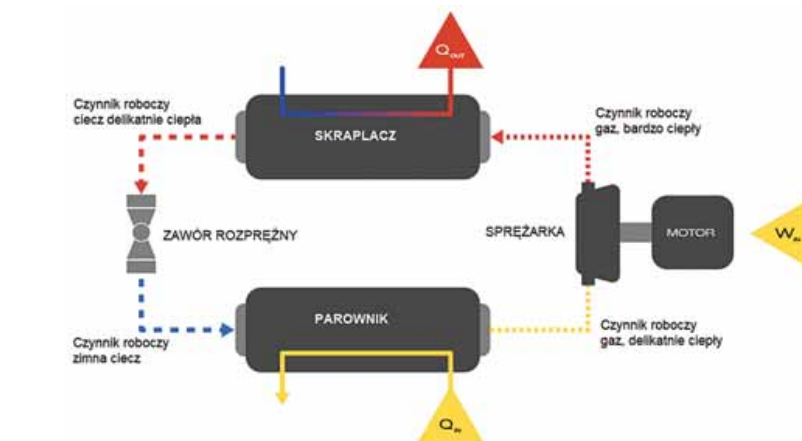
KLUCZOWE ZALETY SYSTEMU OBIEGU CIEPŁA

Dzięki zastosowaniu obiegu ciepła w przemyśle możliwe jest odzyskanie bardzo dużej ilości energii cieplnej. Co więcej, metodologia ta nie powinna ograniczać się do granic poszczególnych fabryk, ale tworzyć wspólny sąsiedzki system. Podczas gdy coraz większa liczba obszarów przemysłowych stosuje podejście obiegowe w stosunku do materiałów i wytwarzania energii, to wciąż rzadkością jest dzielenie się i uzdatnianie ciepła odpadowego w sąsiadujących zakładach przemysłowych. Wraz z rozwojem przenośnych magazynów energii poszerzają się możliwości przepływu ciepła odpadowego na średnie odległości (najlepiej przy wykorzystaniu transportu niskoemisyjnego). Tak więc, zakłady przemysłu ciężkiego posiadające nadmiar wysokotemperaturowego ciepła odpadowego mogłyby udostępnić go lekkim zakładom przemysłowym lub ciepłowni zlokalizowanej w zupełnie innej miejscowości.



POTENCJAŁ OGRZEWANIA I CHŁODZENIA BUDYNKÓW PRZY WYKORZYSTANIU CIEPŁA ODPADOWEGO

Odzyskiwane ciepło odpadowe można również ponownie wykorzystać do ogrzewania i chłodzenia budynków. Jednak zastosowanie systemu obiegu ciepła stanowi większe wyzwanie w budynkach niż w przemyśle – ze względu na czas i zachodzące procesy. Aplikacje w przemyśle wy-



Rysunek 5.
Schemat działania pompy ciepła

magają bowiem regularnego ogrzewania i chłodzenia, przynajmniej w odstępach jednego tygodnia. W przypadku obiegu ciepła w budynkach, ze względu na zmieniające się pory roku, musiałyby powstać magazyny ciepła, które utrzymywałyby temperaturę ciepła na podobnym poziomie na okres powiedzmy 6 miesięcy. Jeśli pewnego dnia powstaną niedrogie magazyny ciepła, wówczas znacząco wzrośnie współczynnik COP pomp ciepła i kierunek ten nabierze sensu.



ODZYSKIWAĆ ENERGIĘ, REDUKOWAĆ KOSZTY, CHRONIĆ ŚRODOWISKO

Procesy ogrzewania i chłodzenia w przemyśle, tak jak i w budynkach, odpowiadają za około 70% obecnego światowego zapotrzebowania na energię. Odzyskując, ulepszając i ponownie wykorzystując ciepło w zakładach przemysłowych, możemy znacząco zmniejszyć trudność dekarbonizacji i ilość energii wymaganej do działania fabryk w przyszłości. Na całym świecie już teraz trwa transformacja istniejących obiektów, a coraz większa liczba nowych zakładów przemysłowych projektowana jest przy uwzględnieniu metodologii cyrkulacji energii. W istniejących zakładach natomiast trwałe obniżanie kosztów energii jest warte wysiłku, nawet w przypadkach, gdy wymagane są dodatkowe nakłady inwestycyjne (głównie w przypadku całkowitego odejścia od pary wodnej). Warto zaznaczyć także, że w dłuższej perspektywie czasu koszty operacyjne można jeszcze bardziej zmniejszyć poprzez stopniową wymianę urządzeń o lepszej efektywności energetycznej.

Rozpatrując kwestie odzysku ciepła pamiętać należy także o tym, że do 2050 roku gospodarka Unii Europejskiej ma być zeroemisyjna. Dlatego już teraz należy rozpocząć inwestycje w powtórne wykorzystanie ciepła odpadowego, tym samym zmniejszając emisję gazów cieplarnianych. To jedyna droga, którą cały świat musi podążać. Z uwagi na planetę, życie nasze i kolejnych pokoleń – oby to stało się jak najszybciej.

„Odzyskując i ponownie wykorzystując ciepło w zakładach przemysłowych możemy znacząco zmniejszyć trudność dekarbonizacji i ilość energii wymaganej do działania fabryk w przyszłości.

Akademia AKP

Praktyczne szkolenia z pomiarów przemysłowych



- 3 dniowe spotkanie w Katowicach
- prowadzone przez praktyków z doświadczeniem na obiektach
- grupy maksymalnie 12 osobowe
- przykłady realnych wdrożeń
- teoria pomiarów metrologicznych w przemyśle

Zobacz terminy i warunki na www.introl.pl w zakładce Szkolenia.

Introl Sp. z o.o.

www.introl.pl

introl

automatyka i pomiary