



Prawidłowe odwadnianie systemów parowych cz. 1

Nowe regulacje prawne, coraz większe podatki od emisji CO₂ i wzrost cen gazu sprawiają, że każdy zakład przemysłowy szuka możliwości oszczędzania energii. Jedną z prostszych rzeczy, którą można wdrożyć jest diagnostyka odwadniaczy i analiza ich prawidłowego stosowania. Podczas przeprowadzanej diagnostyki często spotykamy się z błędami montażowymi, źle dobranymi odwadniaczami dla danej aplikacji, czy też z nieprawidłowymi kieszeniami odwadniającymi. Efektem tego jest obniżona sprawność wymiany ciepła, uderzenia wodne i narastające problemy w utrzymaniu linii pary-kondensatu w należyтым porządku. W niniejszym artykule skupimy się na doborze odwadniaczy zarówno na rurociągach przesyłowych, jak i urządzeniach wymiany ciepła. Podpowiemy na co zwracać uwagę przy doborze odwadniaczy i jakie czynniki brać pod uwagę.



PAWEŁ HOŁA

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

tel. 601 55 33 61

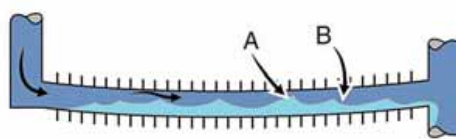


WSZYSTKO ZACZYNA SIĘ OD PARY

Para jest niewidocznym gazem wytwarzanym na skutek dodania zewnętrznej energii cieplnej do wody w kotle. Proces wytwarzania pary jest prosty. Należy dodać wystarczającą ilość energii, by podnieść temperaturę wody do punktu wrzenia. Para jest bardzo wydajnym i łatwo kontrolowanym czynnikiem przenoszącym ciepło. Najczęściej służy do transportu energii z miejsca jej wytwarzania (najczęściej kotłownia) do dowolnej liczby miejsc w zakładzie, w którym jest stosowana do ogrzewania powietrza, wody lub ma zastosowanie bezpośrednio w procesach produkcyjnych. Mówiąc o parze musimy koniecznie wspomnieć o procesach wymiany ciepła, które stanowią nieodzowny jej element. Poczynając od rurociągów przesyłowych, ciepło traczone jest poprzez ścianki rurociągów ze względu na niższą temperaturę otoczenia. Efektem tego zjawiska powstawanie kondensatu. Z tego też względu niezwykle istotna jest prawidłowa izolacja, by zminimalizować straty pary. Z kolei, gdy para dotrze do urządzeń wymiennikowych, sytuacja jest zgoła inna, gdyż wymiana ciepła jest pożądana. W wyniku wymiany ciepła, czyli de facto oddania energii z pary do np. powietrza w nagrzewnicy, czy do wody w podgrzewaczach, istotnym jest, by nic nie zakłóciło tego procesu i jak najwięcej energii zostało przekazane z pary.

para pozbędzie się energii – ciepła utajonego, powstały kondensat musi być natychmiast usunięty. Mimo, że zawartość energii w kilogramie gorącego kondensatu jest znikoma w stosunku do kilograma pary, to powinien być powtórnie wykorzystany i zawrócony powrotnie do kotła.

Kondensat gromadzący się na dnie rurociągu może spowodować uderzenia wodne. Para przemieszczająca się rurociągiem z prędkością 150-180 km/h powoduje spiętrzenie kondensatu, przez co powstaną bardzo niebezpieczne fale. Pokazano na rysunku nr 1. Gdy kondensat zablokuje przepływ pary w punkcie „A”, a kondensat w punkcie „B” spowoduje różnicę ciśnienia, para zamieni się w taran wypychając kondensat z ogromną siłą, czego efektem mogą być uszkodzenia rurociągów, kolanek, filtrów, czy zaworów.



Rysunek 1

Spiętrzenie kondensatu w rurociągach parowych

Ponadto, przemieszczająca się woda o bardzo dużych prędkościach może spowodować erozję połączeń poprzez wyptukiwanie powierzchni metalowych.

„Para przemieszczająca się rurociągiem z prędkością 150-180 km/h powoduje spiętrzenie kondensatu, przez co powstaną bardzo niebezpieczne fale.



DLACZEGO ODWADNIANIE KONDENSATU JEST TAK WAŻNE?

Zacznijmy od tego, że kondensat jest produktem ubocznym procesu wymiany ciepła w systemach parowych. W rurociągach przesyłowych powstaje na skutek radiacji, a w urządzeniach grzewczych lub procesowych powstaje w wyniku pożądanego transferu energii – oddania ciepła z pary do podgrzania określonego czynnika. Gdy



KONIECZNOŚĆ ODPROWADZANIA POWIETRZA I CO₂ Z RUROCIĄGÓW, CZYLI KONDENSAT TO NIE WSZYSTKO.

Powietrze obecne jest zarówno przy rozruchu urządzeń, jak i w wodzie zasilającej kocioł. Woda zasilająca może również zawierać rozpuszczone węglany, które uwalniają dwutlenek węgla. Para



o dużych prędkościach popycha gazy ku ścianom wymienników ciepła, gdzie mogą blokować procesy wymiany ciepła. Jak wiemy, powietrze jest doskonałym izolatorem, a to z kolei pogłębia znaczenie odprowadzania kondensatu, bo wraz z nim musimy usunąć wspomniane gazy. Na rysunku nr 2 pokazano bariery, które zmniejszają efektywność energetyczną - ciepło pary musi przenikać przez wszystkie warstwy bo podgrzać czynnik.

działanie kwasu węglowego, co przyspiesza korozję i wżery w powierzchni żelaza i stali.



ODWADNIACZ JAKO STRAŻNIK INSTALACJI PAROWEJ

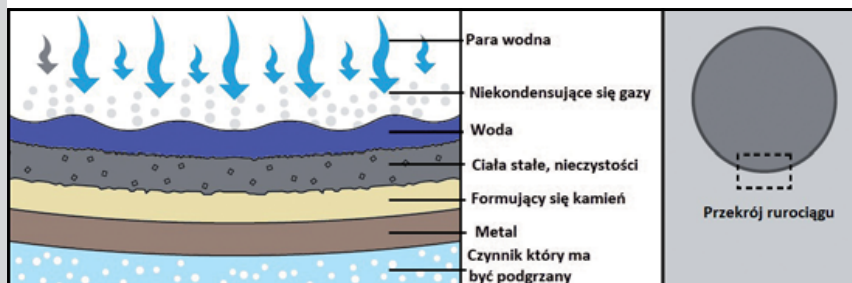
Jak już wielokrotnie wspominaliśmy, rolę odwadniacza parowego jest automatyczne odprowadzanie kondensatu i powietrza z rurociągów parowych. Oczekujemy od niego jednak znacznie więcej, tj. by minimalizował straty pary wodnej, działał niezawodnie i cieszył się długą żywotnością, odprowadzał niekondensujące się gazy, był odporny na zanieczyszczenia i korozję oraz prawidłowo pracował przy przeciwnieciu. Aby cieszyć się wszystkimi wymaganymi cechami, niezwykle istotny jest prawidłowy dobór typu odwadniacza, jego wielkości. Tak aby był on odpowiedni dla panującego ciśnienia roboczego i sprostał ilością kondensatu, który jest do odwodnienia. Ponadto, odwadniacz musi być prawidłowo zamontowany i odpowiednio eksploatowany. Ze względu na zmienność parametrów roboczych, należy pamiętać o współczynnikach bezpieczeństwa, by odwadniacz był przygotowany na każde okoliczności systemu parowego. Zatem zacznijmy odwadniać nasz system parowy skupiając się na rurociągach przesyłowych i kilku urządzeniach wymiennikowych, w których często użytkownicy borykają się z problemami.



ODWODNIENIE ELEMENTÓW DYSTRYBUCJI PARY

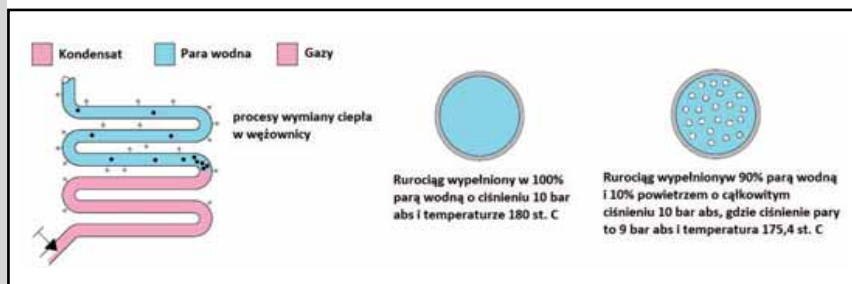
Mówiąc o systemach dystrybucji pary należy wziąć pod uwagę główne rurociągi przesyłowe, kolektory rozprowadzające oraz „nitki” pary stanowiące rozgałęzienia od linii głównej. Wszędzie tam istotne są odwodnienia i projektowanie prawidłowych kieszeni odwadniających. Rysunek nr 4 przedstawia jak prawidłowo powinno się zaprojektować kieszeń odwadniającą.

W zakładach produkcyjnych dość często można spotkać błędnie wykonane kieszenie odwadniające. Najczęściej da się zauważyć zbyt małe średnice rurociągów, do których powinien napływać kondensat lub montaż odwadniaczy jest z boku rurociągów parowych. Istotnym jest, by rurociągi przesyłowe były wyposażone w kieszenie odwadniające co 50 do 100 m oraz by odwadniać



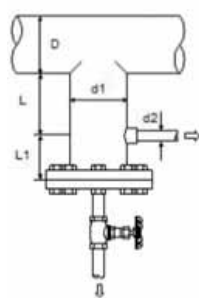
Rysunek 2 Bariery przeszkadzające w wymianie ciepła

Ponadto, jeżeli niekondensujące się gazy nie są usuwane, to zmniejszają temperaturę pary i mogą stopniowo wypełniać urządzenia wymiennikowe tworząc tzw. korki powietrzne blokując przepływ pary. Pokazano to na rysunku nr 3.

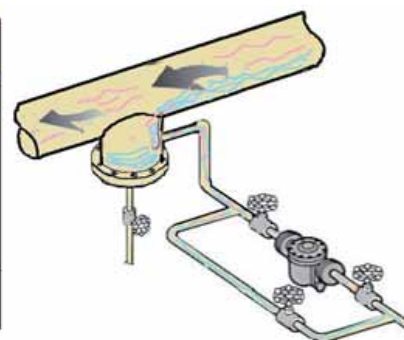


Rysunek 3 Efekt powietrza w rurociągu parowym

Pamiętajmy również, że dwie główne przyczyny powstawania kamienia i korozji wewnątrz urządzeń stanowi dwutlenek węgla i tlen. CO₂ wchodzi do systemu parowego pod postacią rozpuszczonych węglanów w wodzie zasilającej i, po zmieszaniu ze schłodzonym kondensatem, tworzy wyjątkowo żrący kwas węglowy, który może przeżerać rurociągi i wymienniki ciepła. Z kolei tlen dostaje się do systemu w postaci gazu rozpuszczonego w zimnej wodzie zasilającej i nasila



D mm	d1 mm	L mm	L1 mm	d2 mm
20	20	115		
25	25	128	70	
32	32	144		
40	40	155	80	15-25
50	50	175		
65	65	208		
80	80	230	100	
100	100	180		
150	100	275		
200	100	280		
250	125	325		
300	150	370	160	25-40
350	175	455		



Rysunek 4 Zasady odwodnień rurociągów przesyłowych



rurociąg na jego końcu, czyli przed zaworami regulacyjnymi, przy zmianach kierunku przepływu, szczególnie przed podnoszeniem rurociągu do góry. Nasuwa się więc pytanie jaki rodzaj odwadniacza stosować? Pod uwagę należy wziąć czynniki zewnętrzne, czy istnieje możliwość zamarzania kondensatu, czy nie. Ponadto należy rozważyć ciśnienie robocze, rodzaj zabudowy i ilość kondensatu. Najczęściej poleca się odwadniacze dzwonowe z uwagi na odporność przed uderzeniami wodnymi, zanieczyszczeniami, czy świetną pracą przy przeciwcisnieniu. Ponadto, odwadniacze dzwonowe, te w wykonaniu nierdzewnym, odporne są na zamarzanie (patrz Tabela 1).

W przypadku pary przegrzanej odwadniacz pełni swoją rolę w fazie rozruchowej, a następnie powinien być w pozycji zamkniętej. Dla tego typu aplikacji stosuje się odwadniacze bimetaliczne. Pamiętajmy, by odwadniacze montować jak najbliżej kieszeni odwadniających oraz w łatwo dostępnych miejscach, pozwalających na dogodne prace serwisowe w przyszłości.

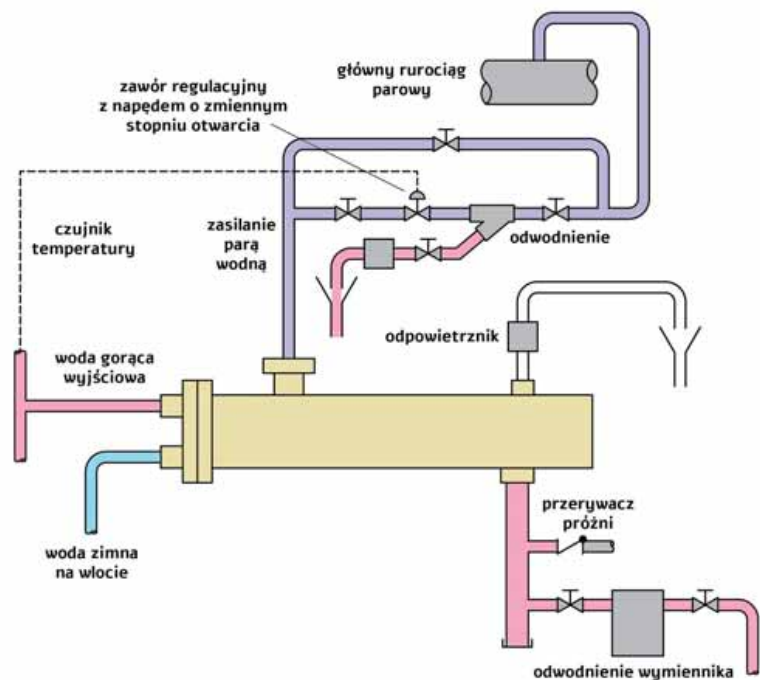
czy o cyklicznej charakterystyce pracy. Niektóre urządzenia ogrzewane parą mogą mieć zmienne ciśnienie wynikające z pracy zaworu regulującego, który dostosowuje się do zapotrzebowania na ciepło, a następnie obniża ciśnienie dostarczanej pary poniżej ciśnienia doprowadzonego. Wówczas może okazać się, że ciśnienie po stronie kondensatu jest wyższe niż po stronie pary. Zachodzi wówczas tzw. efekt Stall, czyli problem z podciśnieniem. Kiedy występuje to zjawisko potrzebny jest inny rodzaj urządzenia do odwodnienia tj. kombinacja pompy kondensatu i odwadniacza, by uniknąć problemów z odprowadzaniem kondensatu, uderzeniami wodnymi, spadkiem efektywności energetycznej itp.

”Istotnym jest, by rurociągi przesyłowe były wyposażone w kieszenie odwadniające co 50 do 100 m oraz by odwadniać rurociąg na jego końcu.”



ODWADNIANIE URZĄDZEŃ WYMIENNIKOWYCH

Wymienniki ciepła to jedne z najbardziej powszechnie stosowanych urządzeń w zakładach produkcyjnych. Służą do podgrzewania czynnika, najczęściej wody potrzebnej do procesu czy mycia. Ciśnienie pary oraz jego zmienność determinuje to, jaki rodzaj odwadniacza powinien być zastosowany. Kluczowym faktorem jest zdolność szybkiego odpowietrzania przy niskiej różnicy ciśnień, płynna praca, skuteczne usuwanie brudów i osadów z kondensatu. Cechy te są ściśle powiązane z wydajnością i jakością produktu oraz efektywnością energetyczną. Błędny wybór odwadniacza spowoduje nierównomierne ogrzewanie, niski transfer ciepła lub inne problemy. Niestety częstym błędem jest stosowanie odwadniaczy bez uwzględnienia współczynników bezpieczeństwa lub odwadnia-



Rysunek 5

Typowy schemat odwadniania wymienników ciepła

PREFEROWANY TYP ODWADNIACZA DLA RUROCIĄGÓW PRZESYŁOWYCH

Zalecany typ odwadniacza dla instalacji wewnątrz budynku	Pierwszy wybór: odwadniacz dzwonowy Wybór alternatywny: odwadniacz płytakowy
Zalecany typ odwadniacza dla instalacji, w których istnieje zagrożenie zamarzania kondensatu	Pierwszy wybór: odwadniacz dzwonowy Wybór alternatywny: odwadniacz termostatyczny lub termodynamiczny

Tabela 1

PREFEROWANY TYP ODWADNIACZA DLA WYMIENNIKÓW CIEPŁA

Ciśnienie stałe	
Ciśnienie 0 – 2 bar man 1. Odwadniacze dzwonowe z powiększonym otworem odpowietrzającym 2. Odwadniacz płytakowo-termostatyczny	Ciśnienie powyżej 2 bar 1. Odwadniacze dzwonowe z powiększonym otworem odpowietrzającym 2. Odwadniacz płytakowo-termostatyczny
Ciśnienie zmienne	
Ciśnienie 0 – 2 bar man 1. Odwadniacz płytakowo-termostatyczny 2. Odwadniacze dzwonowe z dodatkowym odpowietrznikiem termostatycznym	Ciśnienie powyżej 2 bar 1. Odwadniacz płytakowo-termostatyczny 2. Odwadniacze dzwonowe z powiększonym otworem odpowietrzającym

Tabela 2

» Najczęściej napotykanym problemem podczas odwadniania kociołków parowych są korki powietrze powstające w ich płaszczach.

Zakładając, że ciśnienie różnicowe jest dodatnie, typowy schemat odwadniania wymienników pokazano na rysunku nr 5.

KOCIOŁKI, WYMIENNIKI, RUROCIĄGI – CIĄG DALSZY NASTĄPI

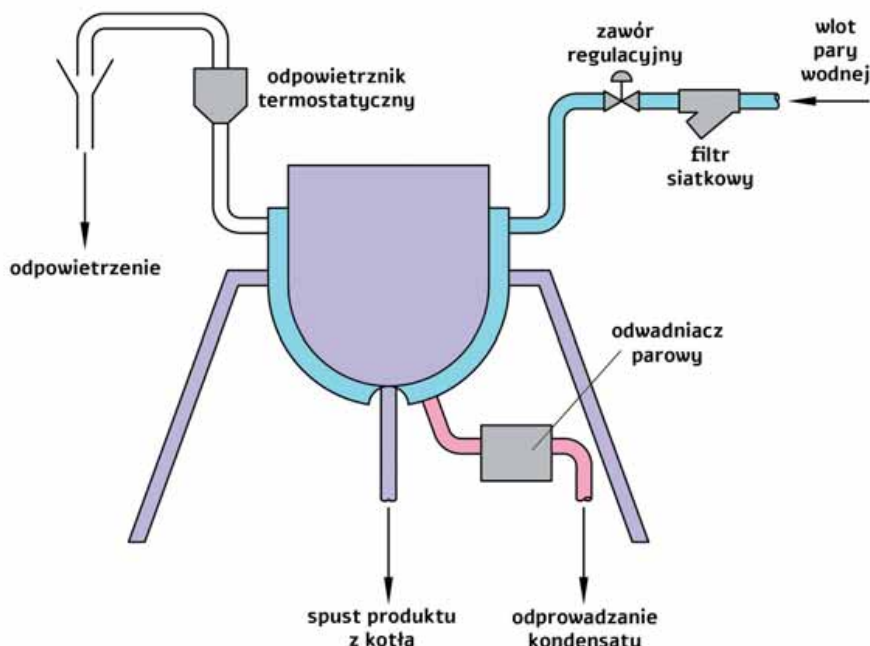
ODWADNIANIE KOCIOŁKÓW GRZEWCZYCH

Kociołki grzewcze to zasadniczo naczynia wyposażone w płaszcz parowe, z których oddawana jest energia. Mają bardzo szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, dlatego warto omówić ich prawidłowe odwadnianie. Otóż najważniejszym i najczęściej napotykanym problemem podczas odwadniania kociołków parowych są korki powietrze powstające w ich płaszczach. Uwięzione powietrze powoduje spadek temperatury. Zazwyczaj proces z wykorzystaniem kociołków, polega na utrzymaniu jednolitej temperatury wsadu – produktu, a krytyczna jest temperatura „gotowania”. Nagromadzone powietrze może spowodować duże wahania temperatury, co w efekcie może spowodować spalenie produktu i/lub spowolnienie produkcji. Mówiąc dokładniej, pod pewnymi warunkami nawet połowa z 1% objętości powietrza w parze może tworzyć warstwę izolacyjną na powierzchni wymiany ciepła i zmniejszyć wydajność nawet o 50%. Kociołki wymagają ciągłego odprowadzania kondensatu, bo jego gromadzenie prowadzi do problemów w regulacji temperatury, spadek wydajności i powoduje uderzenia wodne. Typowy kociołek warzelny pokazano na rysunku 6.

Te kilka przykładów prawidłowego odwodnienia różnych punktów instalacji parowej pokazuje co należy brać pod uwagę, by dobrze to zrobić. Możliwość gromadzenia się powietrza, występowanie uderzeń wodnych, odprowadzenie dużej ilości kondensatu w krótkim czasie, szczególnie przy zmiennym ciśnieniu, to najważniejszej z warunków jakie należy brać pod uwagę.

Świadomość stosowania odwadniaczy parowych w instalacji to tylko połowa sukcesu. Na całość powodzenia składa się ich prawidłowa selekcja i rozważny dobór. Tylko wówczas osiągniemy wysoką sprawność urządzeń wymiany ciepła, wydłużymy ich żywotność i zagwarantujemy większy spokój służbom utrzymania ruchu w ich codziennej pracy.

Kociołki, rurociągi przesyłowe czy wymienniki ciepła to nie jedyne urządzenia czy elementy instalacji, które nie tylko warto ale trzeba prawidłowo odwadniać. Potrzeba odwadniania dotyczy wielu innych elementów takich jak: węzownice, autoklawy, nagrzewnice, paro-grzejki, prasy. O prawidłowym doborze urządzeń do odwadniania tych urządzeń napiszemy w artykule „Prawidłowe odwadnianie systemów parowych cz. 2.”. Zapraszamy zatem do lektury kolejnych numerów Pod kontrolą.



Rysunek 6
Układ podgrzewania produktu w kociołku warzelnym

PREFEROWANY TYP ODWADNIACZA DLA KOTŁÓW WARZELNYCH

Na co zwrócić uwagę:
– ciągłe odpowietrzenie
– odporność na uderzenia wodne
– zdolność odprowadzenia zanieczyszczeń
– żywotność odwadniacza

Odwadniacz dzwonowy z powiększonym otworem odpowietrzającym w dzwonie
Alternatywnie odwadniacz pływakowy lub termostatyczny

Tabela 3