

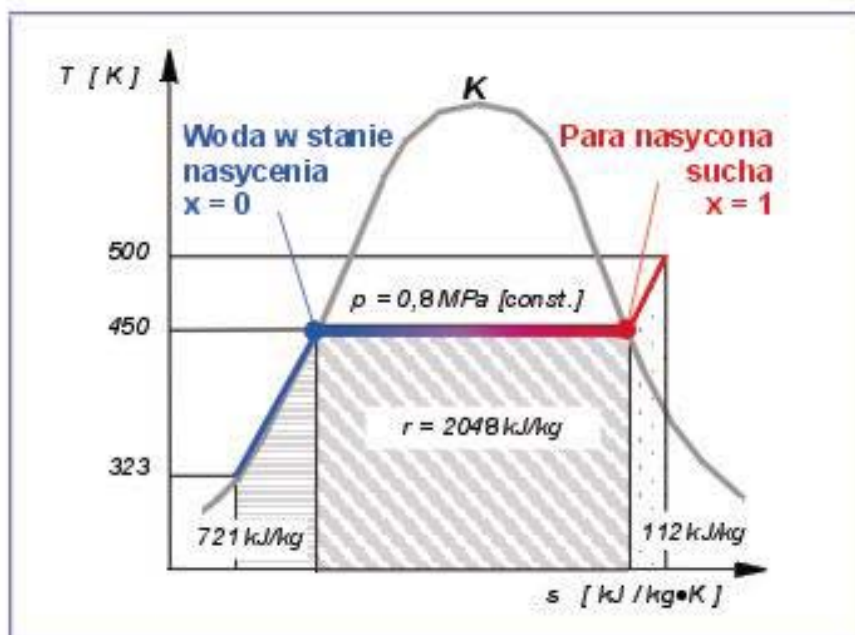
Metody osuszania i czyszczenia pary wodnej w instalacjach.

Krzysztof Szalucki

1. Wstęp

Urządzenia do osuszania i oczyszczania pary są wykorzystywane dla wyeliminowania cieczy i cząstek stałych zanieczyszczeń z mokrej i zanieczyszczonej pary. Proces osuszania i oczyszczania przeprowadza się w celu uzyskania pary o najwyższej jakości, tak pod względem jej suchości, jak i czystości.

Para opuszczając wytwornicę pary lub kocioł parowy, który konstrukcyjnie nie posiada przegrzewacza pary i jest przygotowany do produkcji pary o dobrej jakości, charakteryzuje się stopniem suchości bliskim 1,0 (woda w stanie nasycenia w fazie gazowej całkowicie pozbawionej wtrąceń fazy ciekłej). Można założyć, że para opuszczająca taką wytwornicę lub kocioł jest parą nasyconą suchą.



Rysunek 1. Punkty charakterystyczne przemiany fazowej wody

Należy jednakże pamiętać, że jeżeli w walczaku kotła parowego nie zastosowano systemów separacji wody i pary lub kocioł parowy charakteryzuje się małą objętością przestrzeni parowej lub też, jeżeli woda kotłowa nie spełnia właściwych wymagań i następuje silne pienienie się powierzchni lustra wody - to, w takich przypadkach, para opuszczająca kocioł parowy jest parą mokrą o znacznej zawartości wody kotłowej. Woda ta z kolei zawiera znaczną ilość soli, co może doprowadzić do zarastania rurociągów i ich wyposażenia osadami kamienia kotłowego oraz do przyspieszenia procesów korozyjnych. Dla skutecznego zapobiegania tym zjawiskom zaleca się zainstalowanie urządzenia osuszającego parę bezpośrednio na wylocie z kotła parowego.

Odbiorniki ciepła zawartego w produkowanej parze bardzo rzadko zainstalowane są w najbliższym otoczeniu wytwornicy czy kotła. Zazwyczaj kolejnym etapem po produkcji pary jest proces jej transportu do oddalonych technologicznych odbiorników ciepła. Para transportowana jest rurociągami przesyłowymi. Nawet w przypadku najlepszej izolacji cieplnych rurociągów w trakcie transportu pary następuje strata ciepła do otoczenia. Strata ta jest przyczyną częściowej kondensacji pary wodnej. Wykroplony kondensat przepływa rurociągami wraz z parą. Przy niewielkich stratach ciepła do otoczenia kondensat w postaci kropli jest niesiony przez przepływającą parę. Przemieszczanie się kropli kondensatu z dużymi prędkościami, właściwymi dla transportu pary, jest przyczyną przyspieszonej erozji, na skutek ciągłych uderzeń kropli w elementy wyposażenia rurociągów takie jak kolana, armatura itp.

Jeżeli straty ciepła do otoczenia są duże, w rurociągu parowym oprócz kropli kondensatu niesionych wraz z parą, pojawia się również ciągła warstwa kondensatu. Kondensat zbierając się w dolnej części rurociągu tworzy warstwę o grubości zależnej od intensywności kondensacji. Warstwa ta napędzana przez przepływającą parę porusza się z dużymi prędkościami i może być przyczyną bardzo niebezpiecznych uderzeń wodnych. Kondensat płynący w dolnej części rurociągu transportującego parę należy odprowadzać przy wykorzystaniu właściwie skonstruowanego systemu odwodnień.

Zasilanie odbiorników ciepła parą moką (o niskim stopniu suchości) wiąże się zazwyczaj z brakiem możliwości dotrzymania wymaganych parametrów technologicznych oraz z niebezpieczeństwem oddziaływań erozyjnych lub uderzeń wodnych.

Zanieczyszczenia niesione w parze, zależnie od ich charakteru, mogą być przyczyną nieprawidłowości w procesie technologicznym lub przyczyną uszkodzenia bądź zniszczenia elementów wyposażenia sieci czy odbiorników ciepła. Oprócz najniebezpieczniejszych zanieczyszczeń po montażowych lub po remontowych istnieją również powstające w sposób ciągły zanieczyszczenia będące produktami korozji i erozji. Przy braku urządzeń oczyszczających następuje bardzo niebezpieczna kumulacja zanieczyszczeń w systemie.

Urządzenia osuszające i oczyszczające parę powinny być wykorzystywane nie tylko w systemach przesyłowych pary mokrej i nasyconej suchej, lecz w wielu przypadkach również w systemach przesyłowych pary przegrzanej.

W zasadzie, urządzenia do osuszania i oczyszczania pary wodnej powinny być instalowane przed wszelkimi odbiornikami, dla których obecność kondensatu i cząstek zanieczyszczeń może spowodować zaburzenia ruchowe, a w szczególności w urządzenia te powinny być wyposażone:

- zasilane parą źródła napędów np. turbiny parowe, silniki parowe, młoty parowe,
- wyposażenie regulacyjne systemów cieplnych np. stacje redukcji ciśnienia pary, zawory regulacyjne
- mierniki przepływu pary dla zapewnienia wysokiej jakości pomiaru,
- wytwornice pary przed przegrzewaczami pary,

- duże instalacje parowe w przemyśle i ciepłownictwie np. przed rozdzielaczami pary, przed rozgałęzieniami rurociągów parowych, w najniższych punktach rurociągów parowych oraz przed systemami odbioru ciepła,
- urządzenia przemysłu tekstylnego oraz inne stosujące procesy wymagające bezpośredniego kontaktu z parą (np. sterylizacja w szpitalach).

Separacja kondensatu i cząstek stałych zanieczyszczeń z przepływającej pary może być przeprowadzona metodami opartymi na różnych zasadach fizyki.

2. Filtrowanie pary za pomocą osadników zanieczyszczeń.

W celu filtrowania pary, przede wszystkim z większych zanieczyszczeń stałych, wykorzystuje się osadniki zanieczyszczeń wyposażone w filtry siatkowe. Filtry siatkowe osadników zanieczyszczeń wykonywane są z jednej lub maksymalnie kilku warstw siatki z drutów ze stali nierdzewnej. Zależnie od dokładności i średnicy nominalnej osadnika zanieczyszczeń oka filtra siatkowego wykonywane są w wielkościach od 0,25mm do 1-2mm. Osadniki zanieczyszczeń wymagają określonych warunków obsługi – czyszczenia. W zależności od stopnia zanieczyszczenia pary filtry siatkowe muszą być wymieniane lub czyszczone we właściwych odstępach czasu.

W większości przypadków nie stosuje się osadników zanieczyszczeń z filtrami siatkowymi w procesach osuszania pary, głównie ze względu ich bardzo niską sprawność działania w przypadku takiego zastosowania. Funkcja osadników zanieczyszczeń ogranicza się do wyłapywania zanieczyszczeń stałych z przepływającej przez nie pary.



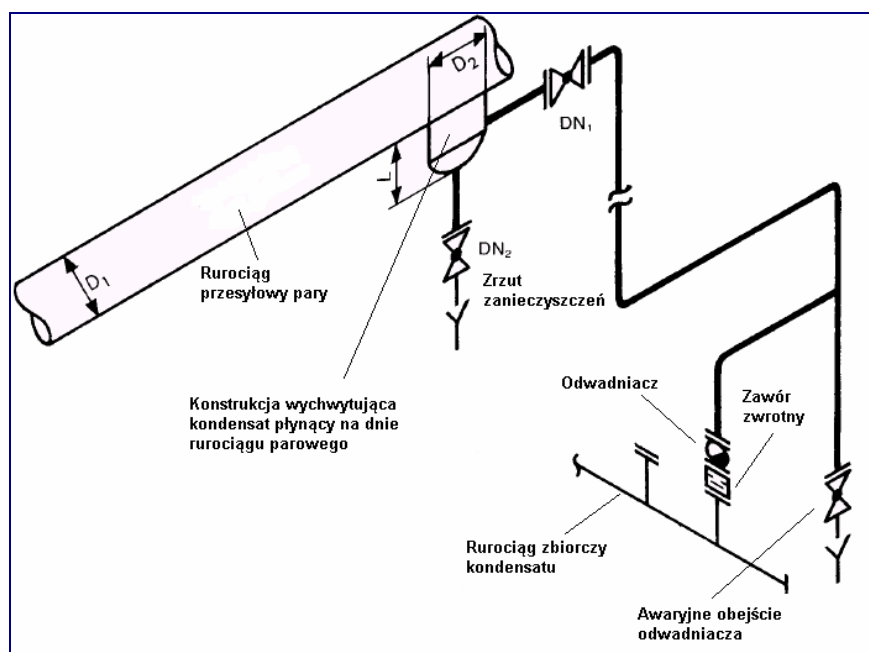
Rysunek 2. Osadnik zanieczyszczeń typu Y.

Najczęściej stosowane na rurociągach parowych osadniki z filtrem siatkowym to osadniki typu Y – osadnik taki przedstawiony został na rysunku 2. Konstrukcja tego typu osadników zapewnia prosty montaż i nieskomplikowane czynności obsługowe związane z czyszczeniem filtra siatkowego osadnika. Niezwykle ważna jest również uzyskiwana duża powierzchnia filtra siatkowego w tym rozwiązaniu konstrukcyjnym osadnika zanieczyszczeń. W przypadku większych średnic rurociągów stosowane są również osadniki cylindryczne z filtrem siatkowym.

Jeżeli ilość zanieczyszczeń niesionych w parze jest stosunkowo niewielka, możliwe jest również zastosowanie filtrów siatkowych montowanych między kołnierzami rurociągu – charakteryzują się one mniejszą czynną powierzchnią filtrującą w porównaniu do osadników typu Y.

3. Odprowadzanie kondensatu zbierającego się w dolnej części rurociągu parowego.

Kondensat płynący w dolnej części rurociągu parowego musi być usuwany z systemu za pomocą prawidłowo rozwiązanego systemu odwodnień. W przeciwnym przypadku nagromadzone duże ilości kondensatu mogą być przyczyną bardzo niebezpiecznych uszkodzeń rurociągów i ich osprzętu.



D ₁	mm	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
D ₂	mm	50	65	80	80	80	100	150	150	200	200	200	250	250	250
L	mm	dla wszystkich L ≥ 250mm													
DN ₁	mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
DN ₂	mm	20	25	25	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50

Rysunek 3. Odwodnienie rurociągu parowego [2]

Zaleca się, aby następujące po sobie odwodnienia rurociągów parowych znajdowały się w odległości ok. 50m (mniejszej niż 100m) oraz we wszystkich najniższych punktach tych rurociągów.

Kondensat z odwodnień zazwyczaj odprowadzany jest przez odwadniacze o średnicy nominalnej DN20mm. Jednakże usuwanie kondensatu z rurociągu parowego za pomocą odejścia o tej średnicy będzie ze wszech miar nieskuteczne. Kondensat przepłynie nad takim odejściem i pozostanie w rurociągu parowym.

Prawidłowa konstrukcja odwodnienia rurociągu parowego musi zapewniać wyłapywanie kondensatu płynącego po dnie rurociągu. Dla zapewnienia takiej

własności konieczne jest zastosowanie właściwego zwymiarowania kieszeni wyłapującej kondensat. Na rysunku 3 przedstawiono zalecenia konstrukcyjne odnoszące się do odwodnień dla szerokiego zakresu średnic rurociągów parowych.

4. Osuszanie i oczyszczanie pary przez wychylenie strumienia pary.

W tym procesie para jest osuszona i czyszczona poprzez wychylenie strumienia i wykorzystanie różnicy ciężaru właściwego pary, cieczy i części stałych. Stosowane są dwie metody wychylenia strumienia pary:

1 **wykorzystująca wychylenie liniowe lub efekt uderzenia:**

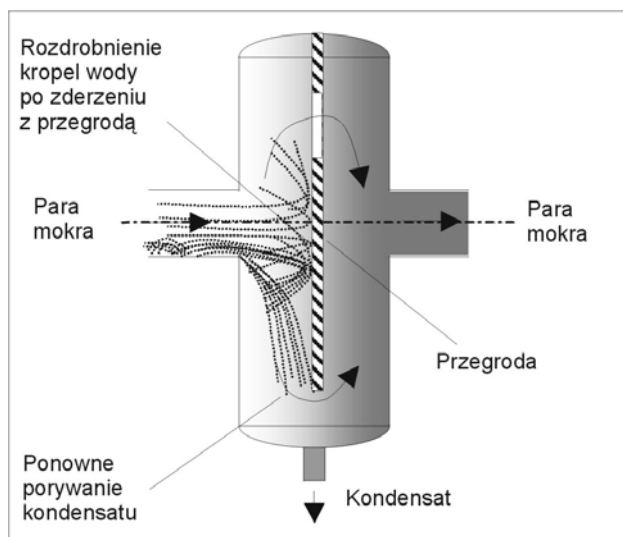
- przegrody lub systemy przegród,
- separatory żaluzjowe,
- separatory siatkowe,

2 **wykorzystująca separację odśrodkową:**

- separatory odśrodkowe (cyklony).

4.1. Osuszanie i oczyszczanie pary za pomocą przegrody lub systemu przegród.

Separator wykorzystujący przegrodę lub system przegród umieszczonych poprzecznie do kierunku przepływu pary jest najmniej sprawnym rozwiązaniem konstrukcyjnym separatora kropeł niesionych w parze wodnej.



Rysunek 4. Przegroda w rurociągu parowym.

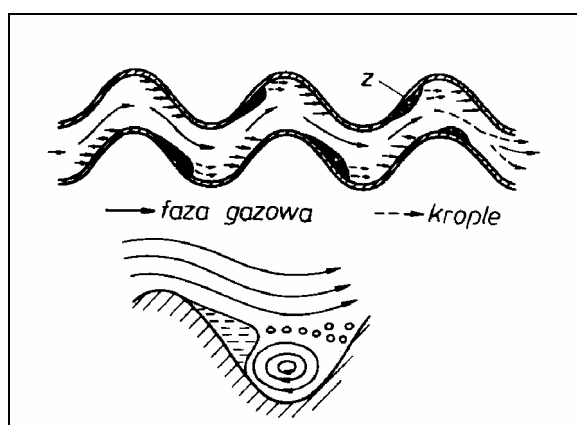
Na rysunku 4 przedstawiono separator z wewnętrzną poprzeczną przegrodą. Strumień pary mokrej, zawierający krople wody, porusza się w rurociągu z dużą prędkością (przeciętnie 20-40 m/s) i napotyka na poprzeczną przegrodę separatora. Uderza w tę przegrodę. W przegrodę uderzają również płynące z parą krople wody. Na skutek uderzenia kropeł w przegrodę następuje ich rozdrobnienie (tworzą się krople o mniejszej średnicy). Małe krople trudniej oddzielić od strugi pary bez wykorzystania dodatkowych specjalnych metod separacji.

Jeżeli po dnie rurociągu parowego płynie kondensat, to w takim separatorze również trafia on na poprzeczną przegrodę i na skutek uderzenia pewna jego część zostanie rozdrobniona, oraz porwana z przepływającą parą. W przypadku stosowania przegrody lub systemu przegród mogą zaistnieć takie warunki ruchowe, że osuszacz ten może spowodować bardzo niewskazane dodatkowe nawilżenie pary.

Przebieg sprawność osuszacza z przegrodą lub systemem przegród można porównać do sprawności poprawnie rozwiązanego odwodnienia rurociągu parowego.

4.2. Osuszanie i oczyszczanie pary przy wykorzystaniu separatorów żaluzjowych.

Zasada działania separatora żaluzjowego polega na wykorzystaniu sił bezwładności powstających na skutek wielokrotnej zmiany kierunku przepływu mieszaniny parowo-wodnej w falistych kanałach. Stosowane są przede wszystkim separatory z pionowymi powierzchniami żaluzjowymi.



Rysunek 5. Separator żaluzjowy – mechanizm działania i strefa tworzenia się wirów [3].

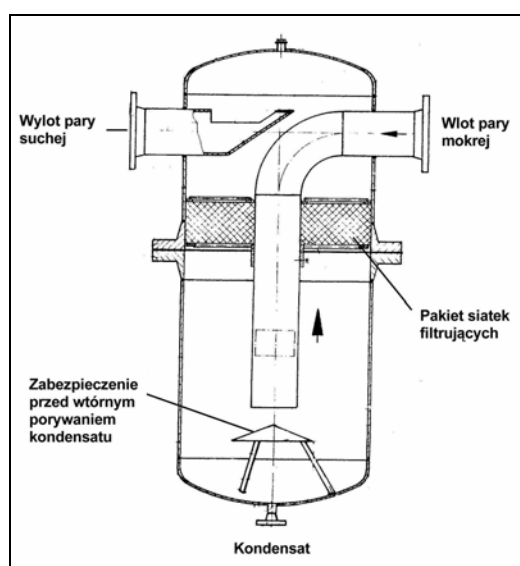
Na rysunku 5 przedstawione zostały różne fazy pracy separatora żaluzjowego. Mechanizm separacji mieszaniny parowo-wodnej w kanale polega na tym, że część wody separuje na pierwszym aktywnym odcinku fali separatora żaluzjowego w postaci filmu wodnego. Film ten płynie przez wierzchołek fali żaluzji i dostaje się w bierny odcinek separatora żaluzjowego. W wyniku oderwania się warstwy przyściennej w zagłębieniach powstaje strefa wirów, które przeszkadza przepływowi filmu wodnego kierunku wylotu. Zerwane ze zgrubień wodnych krople separowane zostają na następnych aktywnych odcinkach separatora żaluzjowego.

Sprawność działania separatora żaluzjowego jest niższa niż separatorów siatkowych i odśrodkowych.

4.3. Osuszanie i oczyszczanie pary przy wykorzystaniu separatorów siatkowych.

Separatory siatkowe zbudowane są z pakietów siatek wykonanych z drutów lub włókien ze stali nierdzewnej zabudowanych w zbiorniku ciśnieniowym. Pakiety siatek składają się z od kilkudziesięciu do kilkuset, a nawet do tysiąca rzędów siatek (pakiety te mogą również być wypełnione materiałem włóknistym).

W zbiornikach separatorów siatkowych realizowane jest bardzo silne zmniejszenie prędkości przepływu pary (często poniżej 0,5 m/s), dzięki czemu uzyskiwane są stosunkowo niewysokie opory przepływu.



Rysunek 6. Separator siatkowy – budowa [1].

Zastosowanie separatorów siatkowych zapewnia bardzo wysokie możliwości wyłapywania drobnych kropli o średnicach 0,1 – 10 μm . Separacja kropli w separatorze siatkowym ma charakter dyfuzyjny (w przypadku małych kropli) i bezwładnościowy (w przypadku dużych kropli). W procesie separacji można wyodrębnić następujące mechanizmy:

- zderzanie się kropli z drutami lub włóknami siatki,
- mechanizm koalescencji czyli łączenia się małych kropli w duże,
- grawitacyjny spływ kropli w kierunku ku dołowi,
- odrywanie się kropli od pakietu separatora siatkowego.

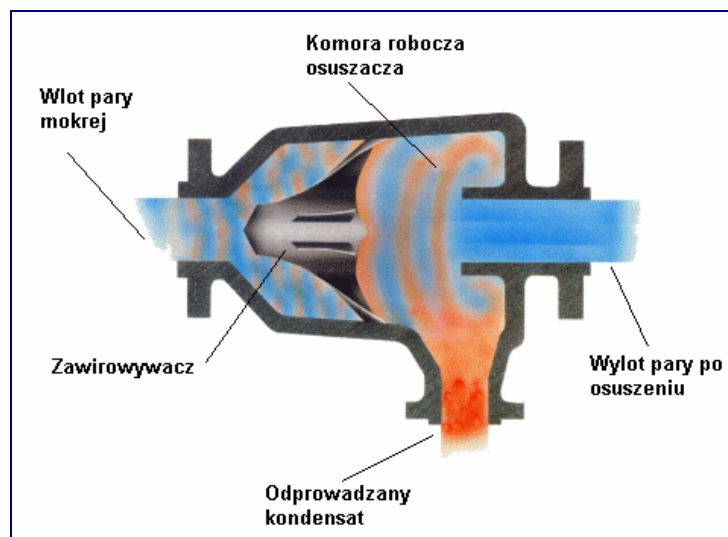
Proces separacji siatkowej jest ograniczony szczególnie ze względu na efekt porywania kropli odrywających się od pakietu siatek. Porywanie to ma miejsce szczególnie w przypadku, gdy prędkości przepływu pary w separatorze są większe od prędkości krytycznej. Badania wykazują, że większość odrywających się kropli w separatorze siatkowym ma średnicę większą niż 100 μm . Krople o takiej wielkości można bez trudu wyłapać w separatorze odśrodkowym. Oznacza to, że zastosowanie szeregowego układu separatora siatkowego i odśrodkowego pozwoli na uzyskanie doskonałych właściwości osuszania i oczyszczania pary.

4.4. Osuszanie o oczyszczanie pary przy wykorzystaniu separatora odśrodkowego (cyklonu).

W separatorze odśrodkowym, zależnie od typu konstrukcji, strumień pary jest wprowadzany w ruch wirujący, co powoduje powstanie sił odśrodkowych zapewniających oddzielenie kropeł wody i zanieczyszczeń od pary. Krople i zanieczyszczenia odrzucane są na ściankę, gdzie tworzą film wodny, który zostaje odprowadzony z separatora. Separatory odśrodkowe charakteryzują się wysoką, a nawet bardzo wysoką sprawnością działania szczególnie w przypadku kropeł wody o średnicach $10\mu\text{m}$ i większych.

Separatory odśrodkowe (cyklonowe) można podzielić na zwykłe i przepływowe. Separatory odśrodkowe zwykłe charakteryzują się tym, że mieszanina kropeł wody i pary jest doprowadzana stycznie. W separatorach odśrodkowych przepływowych mieszanina kropeł wody i pary przepływa przez zawirowywacz łopatkowy, ślimakowy lub spiralny, który zapewnia wirowanie mieszaniny płynącej w komorze separatora.

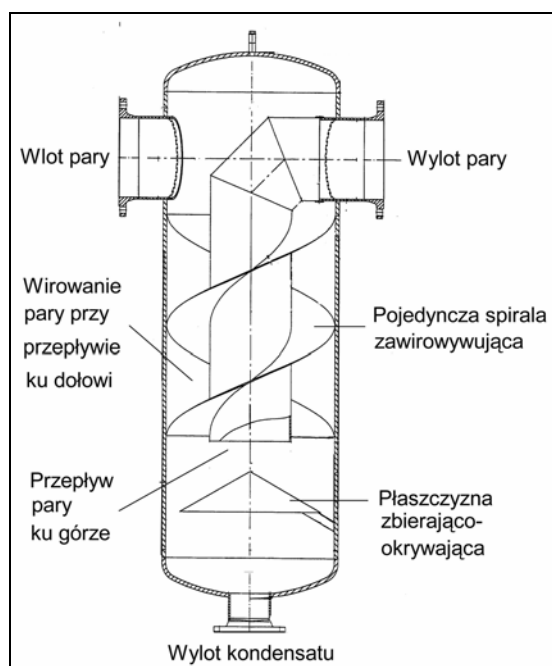
Istota separacji kropeł w separatorze odśrodkowym przepływowym przedstawionym na rysunku 7 polega na zawirowaniu przepływającej pary i przemieszczeniu się wilgoci (na skutek oddziaływania sił odśrodkowych) do warstwy przyściennej. Wilgoć kroplowa tworzy film wodny na ściankach komory roboczej osuszacza. Część kropeł odrywa się od filmu wodnego, ale nadal poruszają się one w warstwie przyściennej. Dzięki właściwemu ukształtowaniu wylotu pary z komory roboczej osuszacza oraz szybkiemu odprowadzeniu wody z osuszacza do instalacji kondensatu, nie następuje intensywne ponowne mieszanie się pary i kropeł wody.



Rysunek 7. Przepływowy separator odśrodkowy [4]

Przedstawiony na rysunku 8 przepływowy separator odśrodkowy z pojedynczą spiralą wykorzystuje w procesie separacji kropeł wody i zanieczyszczeń siły odśrodkowe powstające na skutek wymuszenia ruchu wirowego pary przez pojedynczą spiralę separatora. Para wpływając do separatora zmienia kierunek przepływu i przepływając w dół separatora jest wprowadzana w ruch wirowy dzięki odpowiednio ukształtowanym płaszczyznom spirali. W dolnej części

separatora znajduje się płaszczyna zbierająco-okrywająca, która zapobiega ponownemu porywaniu kondensatu zanieczyszczeń przez przepływającą parę. Osuszona para z dolnej części separatora wypływa do góry i wylotu z osuszacza przez odcinek rurowy.



Rysunek 8. Przepływowy separator odśrodkowy z pojedynczą spiralą [1]

Pionowa konstrukcja separatora odśrodkowego z pojedynczą spiralą dodatkowo wykorzystuje siłę grawitacji oddziałującą na odseparowane krople wody i zanieczyszczenia w celu jak najszybszego ich usunięcia z separatora. Dzięki temu zapobiega się wtórnemu porywaniu odseparowanej wody i zanieczyszczeń. W przedstawionym na rysunku 7 separatorze odśrodkowym przepływowym o konstrukcji poziomej oddziaływanie sił grawitacji może prowadzić do niewskazanego ponownego porywania odseparowanych cząstek wody, co może być przyczyną obniżenia sprawności działania.

Bardziej zaawansowanym technicznie rozwiązaniem separatora odśrodkowego przepływowego jest system z podwójną spiralą, który zapewnia bardzo wysoką sprawność działania, nie wymaga czynności obsługowych oraz nie posiada części ruchomych, co oznacza bardzo długi okres użytkowania. System z podwójną spiralą zastosowany został w osuszaczach i oczyszczaczach pary typu TD.

5. Osuszacz i oczyszczacz pary typ TD.

Osuszacz pary typu TD nie posiada żadnych elementów ruchomych. Kierownica pary w postaci podwójnej spirali jest przyspawana do korpusu. Podstawową zaletą systemu z podwójną spiralą jest promieniowy przepływ pary. Zawilgocona i zanieczyszczona para dopływa do osuszacza, przepływa w kierunku ku dołowi nabierając prędkości obrotowej dzięki ukształtowaniu kierownicy. Siły odśrodkowe i bezwładności powodują oddzielenie cząstek o większej gęstości takich jak: kondensat, zawiesiny, szlamy, zanieczyszczenia.

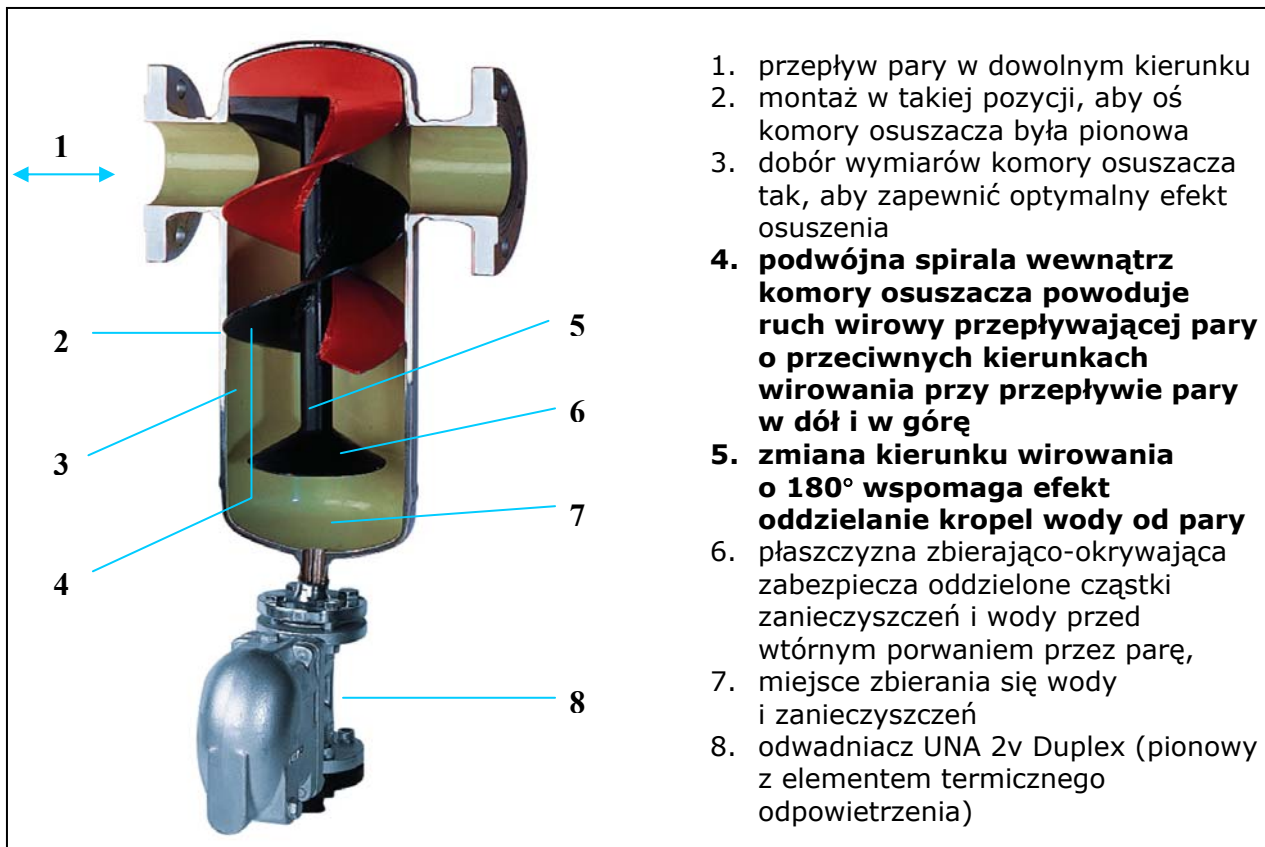
W dolnej części osuszacza, ponad płaszczyzną zbierająco-okrywającą, następuje zmiana kierunku przepływu pary oraz kierunku wirowania – przedstawia to rysunek 9. Zmiana kierunku wirowania, która następuje w dolnej części osuszacza z podwójną spiralą ma kapitalne znaczenie w procesie oddzielania wilgoci i zanieczyszczeń. Efekt separacji w osuszaczu zostaje wzmocniony dzięki chwilowemu gwałtownemu zatrzymaniu wirowania oraz zmianie kierunku wirowania przepływającej strugi do wylotu z osuszacza, czyli dzięki zastosowanemu trybowi działania podwójnej spirali. Oddzielone cząstki zbierane są w dolnej części osuszacza poniżej płaszczyzny zbierająco-okrywającej. Płaszczyzna zbierająco-okrywająca i nagła zmiana kierunku wirowania w dolnej części osuszacza zabezpieczają przed wtórnym porywaniem oddzielonych cząstek.



Rysunek 9. Zasada działania osuszacza z podwójną spiralą [1].

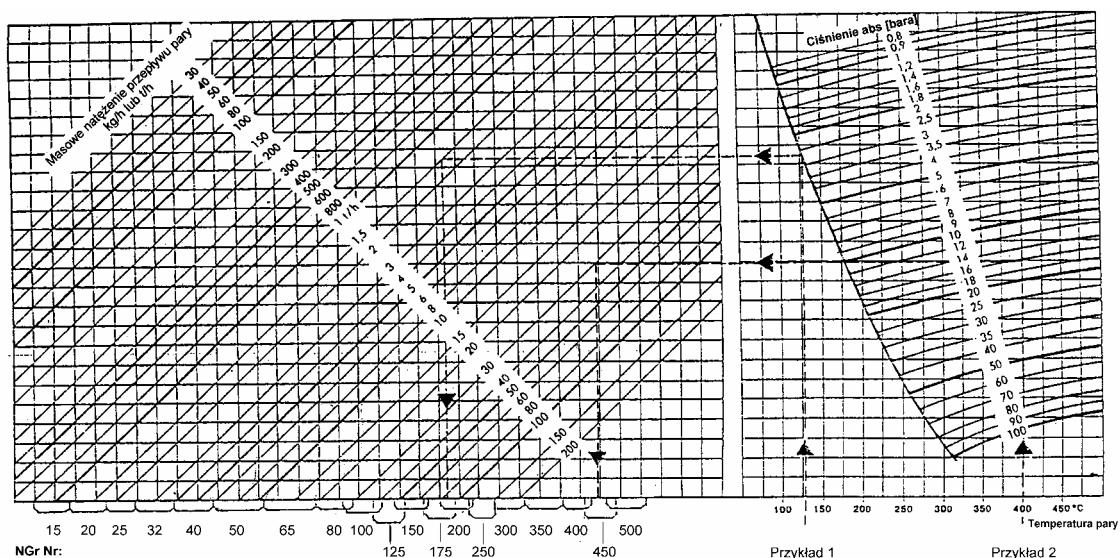
Rozważania teoretyczne prowadzą do wniosku, iż efekt separacji w separatorach odśrodkowych jest zależny od średnicy kropli i wielkości zanieczyszczeń stałych. Ta wiedza odgrywa podstawową rolę w konstruowaniu elementu prowadzącego w separatorach.

Zwymiarowany do nominalnych warunków roboczych osuszacz pary typu TD zapewnia optymalne efekty pracy w granicach $\pm 20\%$ nominalnego punktu pracy. W tym zakresie przy pierwotnej zawartości wody w parze na poziomie 5% uzyskuje się na wylocie z osuszacza parę o zawartości wody w granicach 0,2-0,5% czyli o stopniu suchości 0,995-0,998 (wyższe wartości stopnia suchości bliżej nominalnego punktu pracy). Efekt osuszenia i oczyszczenia pary jest znaczący również poza podanym zakresem optymalnych warunków pracy osuszacza.



Rysunek 10. Przekrój osuszacza i oczyszczacza pary typu TD [1].

Osuszacze pary typu TD wykonywane są zgodnie z zamówieniem odbiorcy odnośnie warunków pracy i montażu. Komora robocza jest tak projektowana, aby uzyskać maksymalną sprawność dla podanych warunków roboczych. Dla określenia wielkości komory roboczej NGr osuszacza pary typu TD wykorzystać można wykres przedstawiony na rysunku 11, na którym wielkość ta określona jest w funkcji ciśnienia, temperatury i masowego natężenia przepływu pary.



Rysunek 11. Wykres doboru wielkości komory osuszacza NGr Nr w funkcji ciśnienia, temperatury i masowego natężenia przepływu pary [1].

Średnica rurociągu nie odgrywa istotnego znaczenia w procesie doboru i może być dostosowana do potrzeb klienta. Jakkolwiek zaleca się, aby prędkość przepływu w króćcach wlotowym i wylotowym pary wynosiła ok. 20-30 m/s, gdyż zwiększenie tej prędkości będzie przyczyną wzrostu spadku ciśnienia (oporów przepływu) na osuszaczu.

Idealnym wyposażeniem separatora umożliwiającym odprowadzenia gromadzącego się w nim kondensatu i zanieczyszczeń jest zainstalowany odwadniacz pływakowy takiej konstrukcji, która zapewnia prawidłowe działanie w obecności dużej ilości zanieczyszczeń. Zaleca się zastosowanie odwadniacza typoszeregu UNA23/26, który charakteryzuje się właściwym ukształtowaniem i dużą pojemnością komory pływakowej, co zabezpiecza przed wpływem zanieczyszczeń na pracę odwadniacza.

Jeżeli zakłada się odprowadzenie głównie zanieczyszczeń (np. separator zainstalowany na rurociągu pary przegrzanej), również zaleca się zastosowanie odwadniacza pływakowego, który będzie działał odprowadzając kondensat przede wszystkim podczas rozruchu instalacji. Jednakże dla poprawnego odprowadzenia zanieczyszczeń konieczne jest również zainstalowanie dodatkowego zaworu wydmuchowego.

6. Podsumowanie

Wieloletnia współpraca z użytkownikami systemów parowych doprowadziła do określenia optymalnych ruchowo i ekonomicznie systemów osuszania i oczyszczania pary transportowanej w rurociągach.

Dla zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami grubymi zalecamy stosowanie osadników zanieczyszczeń typu Y, dla sprawnego usuwania kondensatu płynącego po dnie rurociągów parowych sugerujemy wykorzystanie właściwie skonstruowanych odwodnień.

Jednakże, jeżeli chcemy parę osuszyć z płynących wraz z nią kropel wody, a w szczególności, gdy zależy nam na uzyskaniu pary o najwyższej jakości (tak pod względem suchości jak i jej czystości), to w większości przypadków konieczne jest wykorzystanie standardowych osuszaczy odśrodkowych z podwójną spiralą zdefiniowanych w karcie katalogowej w typoszeregu TD.

W pozostałych przypadkach ruchowych nie objętych typoszeregiem osuszaczy TD, również oferowane są doskonale jednostkowe rozwiązania konstrukcyjne osuszaczy. Zależnie od potrzeb klienta mogą to być rozwiązania separatorów siatkowych lub separatorów odśrodkowych z pojedynczą spiralą.

7. Literatura

- [1] GESTRA : Materiały techniczne i informacyjne firmy
 - [2] GESTRA WEGWEISER wersja na CD-ROM, Bremen 1998
 - [3] Z.Orzechowski J.Prywer : Rozpylanie cieczy w urządzeniach energetycznych, Warszawa 1994
 - [4] KELBURN : Materiały techniczne i informacyjne firmy
-

Krzysztof Szalucki

tel.kom. 0-602614535 [mailto: info@szalucki.pl](mailto:info@szalucki.pl)
www.szalucki.pl