

Krzysztof Szałucki

ANALIZA MOŻLIWOŚCI UZYSKANIA OSZCZĘDNOŚCI W PROCESACH WYTWARZANIA, DYSTRYBUCJI I WYKORZYSTANIA PARY WODNEJ W ZAKŁADZIE PRZEMYSŁOWYM.

1. Wstęp

Uzyskiwanie oszczędności ekonomicznych w zakresie wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania nośnika energii, jakim jest para wodna, nabiera szczególnie istotnego znaczenia w czasach kryzysu, kiedy trzeba ograniczać wydatki dla zapewnienia konkurencyjności produktów na kurczącym się rynku. Niestety w momencie kiedy liczymy każdą złotówkę i nie jesteśmy zainteresowani podejmowaniem inwestycji modernizacyjnych, bardzo trudno będzie uzyskać wymierne oszczędności związane z ekonomicznym wytwarzaniem nośnika energii oraz ekonomią jego przesyłu i wykorzystania. Paradoksalnie o oszczędnościach w tym zakresie trzeba myśleć w latach prosperity, kiedy dysponujemy dodatkowymi środkami finansowymi, dzięki którym możemy usprawniać, modernizować lub rozbudowywać nasz system parowy o nowe elementy podnoszące jego atrybuty w zakresie ekonomicznej i oszczędnej eksploatacji.

Niemniej jednak czasami podjęcie prostych i nie wymagających wysokich nakładów finansowych działań w zakresie regulacji, kontroli, modernizacji i napraw, może przynieść wymierne i zauważalne korzyści ekonomiczne, obniżając całościowo nakłady ponoszone na wytworzenie, dystrybucję i wykorzystanie pary wodnej. Wymierne i regularnie uzyskiwane oszczędności finansowe, bardzo szybki zwrot poniesionych kosztów dzięki uzyskanym oszczędnościom oraz stosunkowo niewielki koszt inwestycyjny to podstawowe parametry oceny działań podejmowanych w latach kryzysu. Pamiętajmy, że kryzys nie trwa wiecznie i w zakresie działań długofalowych zaplanujmy podjęcie takich modernizacji, które wymagają co prawda większych nakładów inwestycyjnych, ale dzięki temu często będą również uzyskiwane dużo korzystniejsze efekty finansowe.

2. Regulacja i modernizacja urządzenia paleniskowego, modernizacja kotła

Prawidłowa regulacja urządzenia paleniskowego jest jednym z najważniejszych punktów w zakresie uzyskiwania oszczędności przy wytwarzaniu pary wodnej. Wszelkie nieprawidłowości związane między innymi ze zbyt małym lub zbyt dużym nadmiarem powietrza podawanego do spalania, nieprawidłowym ustawieniem parametrów palnika, czy niewłaściwym dobraniem stref podmuchu lub prędkości przesuwu rusztu, mają istotny wpływ na wielkość strat wylotowych, niedopału itp., czyli znacząco obniżają sprawność naszego kotła. Doświadczona i sprawdzona firma serwisowa, która zapewni właściwą regulację procesu spalania, to pierwszy i chyba najważniejszy krok na drodze oszczędności w systemie parowym.

Modernizacje urządzeń paleniskowych i samych kotłów stanowią już dużo większą pozycję w kosztach inwestycyjnych. Są one prowadzone przez wyspecjalizowane firmy i muszą być poprzedzone szeregiem analiz, zmierzających do określenia celowości, zakresu i kosztów modernizacji wraz ze zdefiniowaniem usprawnień i uzyskiwanego efektu ekonomicznego produkcji pary wodnej. Większość modernizacji kotłów parowych ma na celu obniżenie wielkości różnych strat: wylotowej, niedopału, do otoczenia, odsalania itd.

Krzysztof Szałucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

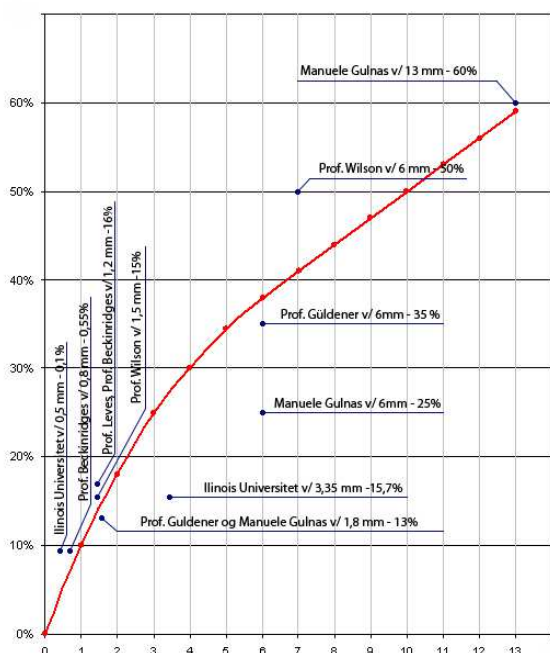
Zmniejszenie wielkości tych strat oznacza wzrost sprawności kotła czyli niższą cenę produkowanej pary.

3. Dbłość o czystość powierzchni wymiany ciepła

Czasami zdarza się, że urządzenia odpowiadające w stacji uzdatniania wody za jej zmiękczenie pracują wadliwie (np. na skutek awarii, braku roztworu regeneracyjnego czy też niewłaściwej nastawy lub zmiany parametrów wody surowej) i do kotła doprowadzana jest twarda woda. Szczególnie w takich momentach może dochodzić do intensywnego powstawania kamienia kotłowego na powierzchniach ogrzewalnych kotła. Jest to przyczyną silnego pogorszenia procesu wymiany ciepła, a przy obecnie stosowanych kotłach, które charakteryzują się bardzo wysokimi współczynnikami obciążenia cieplnego powierzchni ogrzewalnych, często prowadzi do bardzo poważnych awarii kotłów.

Już stosunkowo niewielkie warstwy kamienia kotłowego na powierzchniach ogrzewalnych, powodują znaczne opory cieplne w przenoszeniu ciepła, na skutek czego rośnie zużycie paliwa potrzebnego dla wyprodukowania określonej ilości pary – rys. 1. Badania pokazują, że dwu milimetrowa warstwa kamienia kotłowego na powierzchniach ogrzewalnych kotła może być przyczyną 18% wzrostu zużycia paliwa, to są ogromne straty i ogromne koszty dodatkowe związane z wytwarzaniem nośnika energii. Dalszy wzrost grubości warstwy kamienia powoduje bardzo silny przyrost ilości zużywanego paliwa.

Właściwie dobrany system przygotowania i uzdatniania wody uzupełniającej oraz sprawdzony preparat korekcji fizykochemicznej wody powinny zabezpieczać kocioł parowy przed niebezpieczeństwem związanym z odkładaniem się kamienia kotłowego w formie trwałych osadów na powierzchniach ogrzewalnych. Konieczna jest częsta kontrola parametrów jakościowych wody zasilającej i wody kotłowej oraz natychmiastowa reakcja obsługi w przypadku uzyskania wyników odbiegających od dopuszczalnych. Ignorowanie pogarszających się (nawet okresowo) parametrów wody może prowadzić do stopniowego narastania warstwy izolacyjnej na powierzchniach ogrzewalnych.



Rysunek 1. Dodatkowe zużycie paliwa (%) w funkcji grubości kamienia kotłowego w (mm).

Krzysztof Szałucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

Co zrobić jeżeli stajemy przed faktem dokonany i na skutek wcześniejszych zaniedbań w kotle już znajdują się znaczne ilości kamienia kotłowego? Przede wszystkim dokonać odpowiedniej oceny problemu, najlepiej przy udziale fachowca w tej dziedzinie, a następnie zastosować odpowiednią metodę usuwania kamienia kotłowego. Najczęściej stosowane metody czyszczenia to: mechaniczna, chemiczna lub „samooczyszczenie”. Wybór odpowiedniej metody zależy od typu kotła, rodzaju i grubości warstwy kamienia oraz innych własności charakterystycznych jednostki kotłowej. Czyszczenie mechaniczne ma ograniczony zakres stosowania i możliwe jest zazwyczaj w starszych typach kotłów płomienicowych i płomienicowo-płomieniówkowych o dużej pojemności wodnej. Czyszczenie chemiczne musi być przeprowadzone przez doświadczoną w tym zakresie firmę z dobrymi referencjami. Błędy w zakresie czyszczenia chemicznego mogą być przyczyną poważnego uszkodzenia części ciśnieniowej kotła. Trzeba tu zaznaczyć, że nawet poprawnie prowadzony proces czyszczenia chemicznego ma negatywny wpływ na żywotność kotła. „Samooczyszczenie” polega na zastosowaniu takich preparatów korekcji fizykochemicznej wody, które w sposób naturalny będą powodowały rozbijanie osadów kamienia kotłowego podczas normalnej eksploatacji kotła. Zwiększoną ilość szlamu należy w takim przypadku odprowadzać z odmulinami zwiększając częstotliwość procesu odmulania.

Nie zapominajmy, że także zanieczyszczenia i osady od strony spalin są przyczyną poważnego ograniczenia ilości ciepła przekazywanego od spalin do rur. Obserwowanie stopnia zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnych od strony spalin i odpowiednio szybka reakcja w celu zapewnienia ich czystości, to kolejne z ważnych działań mających na celu oszczędne wytwarzanie pary.

Jedną z prostszych (choć niedoskonałych) metod kontroli pojawienia się zanieczyszczeń na powierzchniach ogrzewalnych od strony wody lub od strony spalin jest kontrola porównawcza temperatury spalin wylotowych. Stopniowy wzrost temperatury spalin wylotowych z kotła może świadczyć o narastającej warstwie zanieczyszczeń. Kolejnym krokiem powinno być wówczas sprawdzenie przyczyn takiego wzrostu temperatury. Należy pamiętać, że rosnąca temperatura spalin to rosnąca strata wylotowa, czyli zmniejszenie sprawności kotła.

4. Ograniczenie wielkości strumienia wody odpadowej na procesy odsalania i odmulania

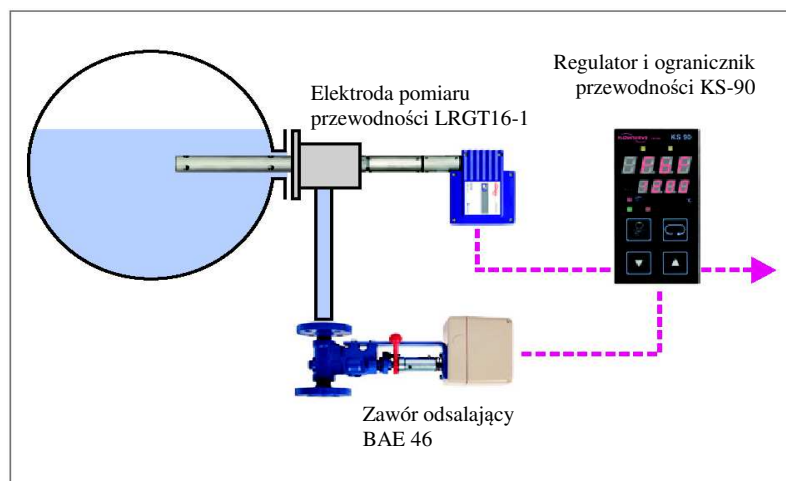
Temat ten został szeroko omówiony w moim artykule: „Wpływ automatyzacji procesów odsalania i odmulania kotłów parowych na bezpieczeństwo ich pracy oraz ograniczenie strumienia wody odpadowej”. Pozwolę sobie przedstawić poniżej tylko ogólne podsumowanie.

Ograniczenie wielkości strumienia wody odpadowej w procesach odsalania i odmulania kotła uzyskamy: modernizując system uzdatniania wody i/lub automatyzując proces odsalania ciągłego kotła parowego.

Modernizacja systemu uzdatniania wody, to najczęściej wprowadzenie urządzeń zapewniających pełną demineralizację wody uzupełniającej. Taki system przygotowania wody umożliwi silne zmniejszenie strumienia odsolin i odmulin odprowadzanych z kotła.

Krzysztof Szałucki:

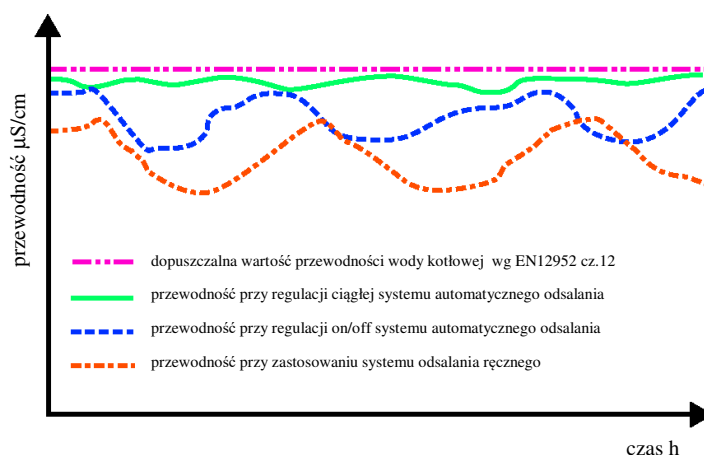
„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”



Rysunek 2. System automatycznej regulacji procesu odsalania kotła parowego

Oszczędności uzyskane w wyniku zastosowania automatycznie regulowanego procesu odsalania ciągłego – rysunek 2 - polegają głównie na zmniejszeniu strumienia odprowadzanych odsolin, uzyskiwanemu na skutek:

- znacznego zbliżenia się z nastawą przewodności do wartości granicznej podanej przez producenta kotła lub określonej przez normy (rysunek. 3),
- dostosowania ilości odprowadzanych odsolin do rzeczywistej koncentracji soli w wodzie kotłowej czyli do rzeczywistej chwilowej wydajności kotła parowego.



Rysunek 3. Zbliżenie przewodności wody kotłowej do wartości granicznej powoduje ograniczenie strumienia odsolin

Poprzez redukcję strumienia odsolin i odmulin uzyskiwane są następujące oszczędności:

- zmniejszenie zużycia wody uzupełniającej i w konsekwencji zmniejszenie zużycia wody przez zakład oraz obniżenie kosztów środków chemicznego uzdatniania wody,
- zmniejszenie zużycia paliwa ze względu na mniejszą ilość wody zasilającej wymagającą podgrzania do temperatury wrzenia w kotle,
- zmniejszenie zużycia wody chłodzącej odsoliny i odmuliny do temperatury spustu określonej w odpowiednich przepisach.

Krzysztof Szałucki:

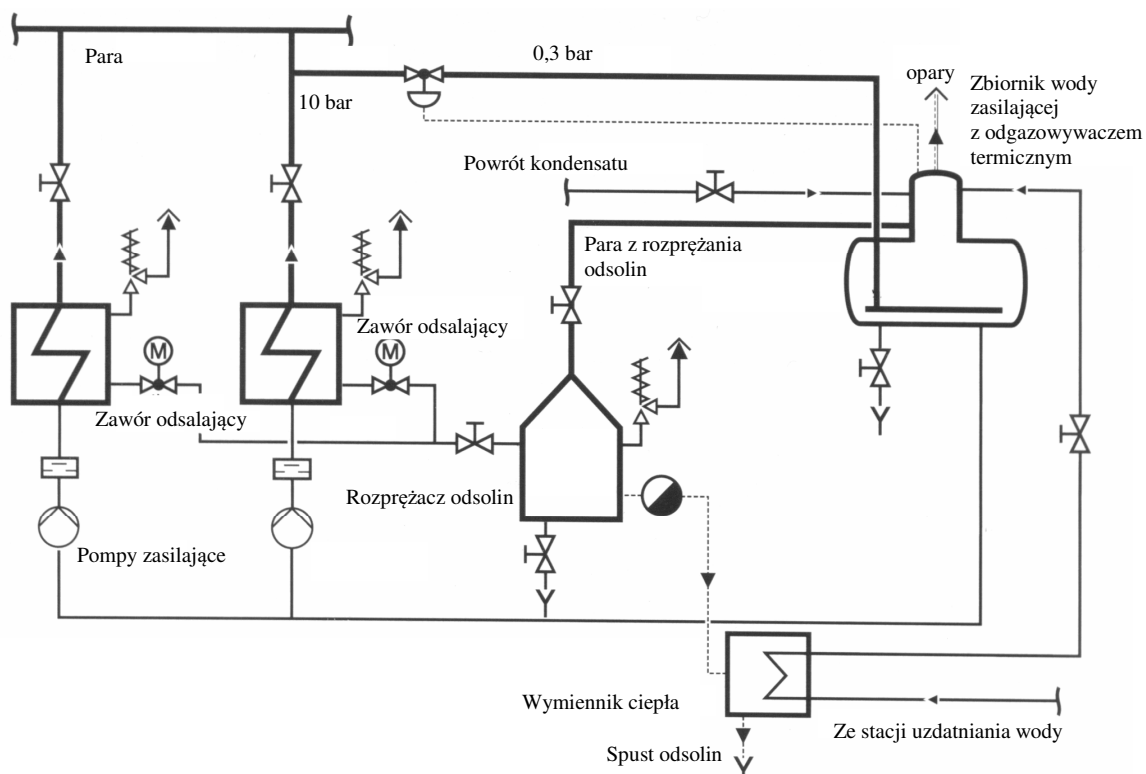
„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

W sprawie szczegółów modernizacyjnych i metodyki obliczeń efektów ekonomicznych odsyłam do wspomnianego artykułu.

5. Wykorzystanie ciepła zawartego w odsolinach

Odsoliny odprowadzane z kotła parowego to woda kotłowa o dużej koncentracji soli, ale przede wszystkim woda o wysokim ciśnieniu i odpowiadającej mu temperaturze wrzenia. Konieczne jest maksymalne wykorzystanie ciepła zawartego w odsolinach, jak również możliwie największe ograniczenie ilości wody upuszczanej do kanalizacji.

Najczęściej stosowane są systemy odzysku ciepła odsolin wykorzystujące system rozprężacza odsolin – rysunek 4. Odsoliny odprowadzane z kotła rozprężają się z ciśnienia roboczego w kotle do 0,2-0,3 barg w zbiorniku rozprężacza odsolin. Ciśnienie robocze w systemie odzysku ciepła odsolin jest zawsze niższe niż ciśnienie w kotle parowym. Dzięki temu podczas prowadzenia procesu odsalania kotła parowego powstaje para wtórna z rozprężania odsolin, której ciepło parowania (kondensacji) możemy wykorzystać niezależnie od wykorzystania ciepła zawartego w rozprężonej cieczy. Para wtórna powstająca z rozprężania odsolin w zbiorniku rozprężacza doprowadzana jest zazwyczaj do procesu odgazowania termicznego, gdzie oddaje ciepło parowania (kondensacji) i jako kondensat pozostaje w systemie parowym.



Rysunek 4 - System odzysku ciepła odsolin - przykład.

Woda o dużej zawartości soli gromadzi się w dolnej części rozprężacza odsolin i jest z niego odprowadzana poprzez odwadniacz płytkowy do wymiennika ciepła - podgrzewacza wstępnego wody uzupełniającej. Odsoliny oddając ciepło w wymienniku ciepła schładzają się, a woda uzupełniająca ulega podgrzaniu, zmniejsza to zużycie pary świeżej doprowadzanej dla podgrzania wody w zbiorniku wody zasilającej oraz w procesie odgazowania.

Krzysztof Szałucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

Dla uproszczenia oszacujemy tylko ilość powstającej pary z rozprężania odsolin. Jeżeli wykorzystamy powstającą parę z rozprężania odsolin w systemie parowym np. do podgrzewu i odgazowania wody zasilającej lub podgrzewu wody uzupełniającej, to zmniejszymy zużycie pary produkowanej przez kocioł o wartość:

$$m_p = \frac{m_A \cdot (h_{wk} - h_A)}{h'' - h_{wu}} \quad [\text{kg/h}]$$

gdzie:

- m_A strumień odsolin (przeciętnie 3-5% wydajności kotła) [kg/h],
- h_{wk} entalpia wody kotłowej w stanie wrzenia przy ciśnieniu w kotle [kJ/kg],
- h_A entalpia odsolin w stanie wrzenia przy ciśnieniu w rozprężaczu [kJ/kg],
- h'' entalpia pary nasyconej dla ciśnienia w kotle [kJ/kg],
- h_{wu} entalpia wody uzupełniającej (odsoliny zastępowane są wodą uzupełniającą) [kJ/kg].

Przyjmując założenie pracy kotła z wydajnością 10 t/h przy ciśnieniu 10 bar przez 16 godzin dziennie przez 250 dni w roku, to wykorzystując powyższy wzór możemy wyznaczyć oszczędności w wysokości ok. 250 t/rocznie pary produkowanej przez kocioł, dzięki wykorzystaniu pary z rozprężania odsolin. Dalej łatwo można wyznaczyć oszczędności w paliwie, a znając koszt inwestycyjny wyznaczyć prostą ratę zwrotu dla modernizacji.

Typową pełną analizę omówionego krótko powyżej procesu odzysku ciepła odsolin można znaleźć w moim artykule „Metodyka obliczeń opłacalności zastosowania systemu odzysku ciepła zawartego w odsolinach odprowadzanych z kotła parowego”.

6. Jakość izolacji cieplnej na rurociągach pary, a straty ciepła do otoczenia

Jakość izolacji cieplnej jest bardzo często bagatelizowana, a użytkownicy nie przywiązują większej wagi do dbałości o nią, jest to często przyczyną nadmiernych i niepotrzebnych strat ciepła do otoczenia. Przyzwyczailiśmy się do braków w ciągłości izolacji, zdewastowanych jej fragmentów, braku dbałości o izolację i płaszcz ochronny podczas remontów instalacji. Należy pamiętać, że izolacja cieplna po zalaniu wodą praktycznie traci swoje własności, chrońmy ją przed wilgocią. Izolacja nie jest wieczna i z biegiem lat jest coraz większym źródłem strat ciepła do otoczenia.



Rysunek 5. Zadbane izolacje cieplne – mniejsze straty ciepła

Krzysztof Szałucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

7. Straty ciepła (przebiecie pary) spowodowane przez wadliwie działające odwadniacze

Straty związane z przebieciem pary przez niesprawne odwadniacze mogą być bardzo wysokie, szczególnie, gdy w zakładzie nie jest prowadzona regularna kontrola poprawności pracy wszystkich odwadniaczy. Problemy związane z wadliwą pracą odwadniaczy w systemie parowym, jak również metodyka ich wykrywania i eliminacji, została przez autora omówiona w artykule „Metodyka kontroli poprawności pracy odwadniaczy z analizą wyników pod kątem ekonomicznej pracy systemu pary i kondensatu”. W obecnych czasach, gdy ceny paliwa szybko rosną, zachęcam do zapoznania się z opisanymi zagadnieniami i polecam przeprowadzenie odpowiednich kontroli odwadniaczy w zakładzie oraz wymianę wadliwie pracujących. Proszę pamiętać, że źle działający odwadniacz upuszcza w ciągu roku parę, której koszt często przekracza przynajmniej dwukrotnie koszt nowego, sprawnego odwadniacza.



Rysunek 6. Regularna ultradźwiękowa kontrola odwadniaczy ogranicza straty pary

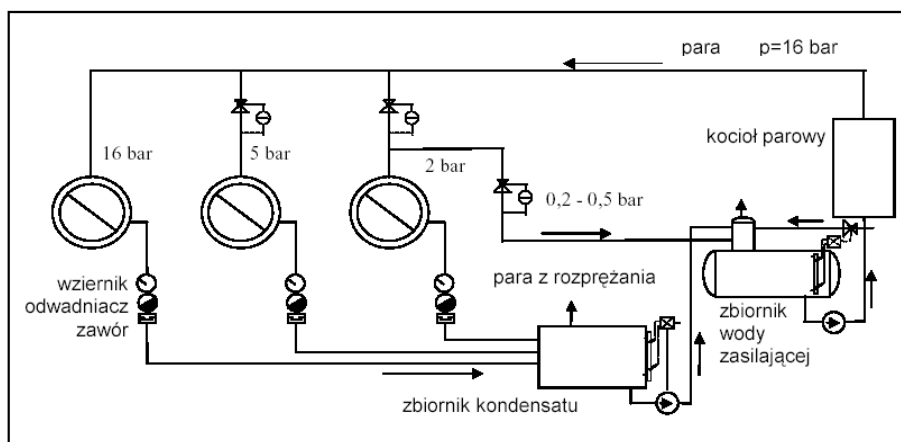
8. Wykorzystanie pary wtórnej z rozprężania gorącego kondensatu, zamknięty system zwrotu kondensatu

Jeżeli w instalacji parowej wykorzystuje się parę o różnych ciśnieniach metoda wykorzystania traconego ciepła kondensatu przez zastosowanie systemu rozprężaczy kondensatu jest najkorzystniejsza. W takim przypadku należy sprawdzić czy nie ma możliwości zastosowania jednego lub kilku odbiorników ciepła zasilanych parą niskociśnieniową. Jest to możliwe częściej, niż by się mogło wydawać. Często fakt ogrzewania wszystkich wymienników ciepła parą o tym samym ciśnieniu jest spowodowany brakiem dostępności pary o innych ciśnieniach. Zapotrzebowanie na parę niskociśnieniową, jaką jest para z rozprężania kondensatu, występuje również w przypadku odgazowywaczy termicznych, w których następuje proces przygotowania wody dla kotłów parowych. Również szereg innych niskociśnieniowych odbiorników ciepła może być zasilany parą z rozprężania kondensatu.

Krzysztof Szałucki:

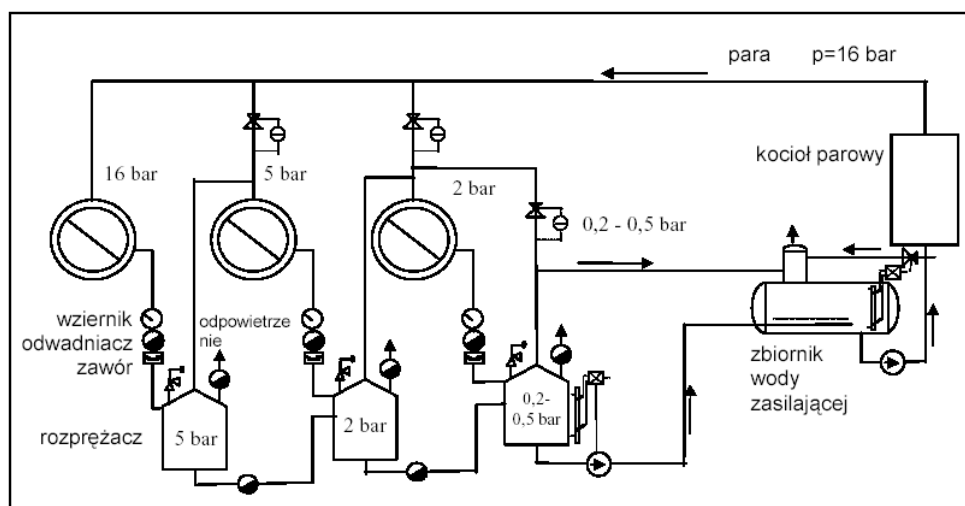
„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

Na rysunku 7 przedstawiono schemat układu wymienników ciepła wykorzystującego parę o różnych ciśnieniach (oczywiście odbiorników ciepła pracujących przy jednym z ciśnień może być kilka czy kilkanaście). W tym systemie (nazywanym również otwartym systemem kondensatu) para z rozprężania jest tracona.



Rysunek 7. Otwarty system kondensatu

System ten może zostać zmodyfikowany tak, aby para z rozprężania nie była tracona. W tym celu należy przekształcić system otwarty w system zamknięty, gdzie pomiędzy sekcjami wymienników zainstalowane będą rozprężacze kondensatu (rozprężacz kondensatu to zbiornik ciśnieniowy, w którym następuje separacja pary z rozprężania i kondensatu).



Rysunek 8. Zamknięty system kondensatu (trzy etapy rozprężania)

Na rysunku 8 przedstawiono zamknięty system kondensatu, w którym zastosowano trój etapowy system rozprężania. Odbiornik ciepła zasilany parą 16 bar odprowadza kondensat do rozprężacza, w którym panuje ciśnienie robocze 5 bar. Para z tego rozprężacza doprowadzana jest do odbiornika ciepła zasilanego parą 5 bar. Jeżeli ilość pary z rozprężania jest niewystarczająca niedobory uzupełnia się parą świeżą. Zadaniem regulatora ciśnienia jest utrzymywanie ciśnienia w wymienniku ciepła i rozprężacza na stałym poziomie. Kondensat z rozprężacza i odbiornika pracujących

Krzysztof Szałucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

przy ciśnieniu 5 bar odprowadzany jest do rozprężacza, w którym ciśnienie wynosi 2 bar. Para z rozprężacza 2 bar doprowadzana jest do wymiennika ciepła zasilanego parą 2 bar. Podobnie regulator ciśnienia zapewnia utrzymanie ciśnienia w wymienniku i rozprężaczu poprzez odpowiednie dawkowanie pary świeżej. Kondensat z tego wymiennika ciepła i rozprężacza odprowadzany jest do rozprężacza 0,2-0,5 bar. Para z rozprężacza powstająca w tym rozprężaczu jest wykorzystywana dla procesu odgazowania w odgazowywaczu termicznym. Kondensat z rozprężacza 0,2-0,5 bar wprowadzany jest do zbiornika wody zasilającej za pomocą pompy sterowanej od poziomu wody w rozprężaczu.

W przypadku modyfikacji otwartego systemu kondensatu w system zamknięty, należy koniecznie sprawdzić zastosowane odwadniacze pod względem ich wydajności, w stosunku do wymaganej przy zmniejszonym ciśnieniu różnicowym.

Oczywiście nie zawsze konieczne jest zastosowanie aż tylu stopni rozprężania. Często wystarcza dwu lub jedno stopniowy system rozprężania kondensatu.

Stosowane są również zamknięte systemy kondensatu z ciśnieniowymi zbiornikami kondensatu pracującymi przy ciśnieniach 4-6 bar, z których kondensat jest bez pośrednictwa zbiornika wody zasilającej przetwarzany pompami do kotła parowego. Systemy takie stosowane są najczęściej przy zwrocie kondensatu na poziomie przekraczającym 80% i w przypadkach wykorzystania pary wysokoparametrowej, powinny one być budowane od podstaw, modernizacja systemu otwartego w system zamknięty z wysokim ciśnieniem kondensatu jest często utrudniona i może prowadzić do powstawania uderzeń wodnych i innych nieprawidłowości ruchowych.

Niewątpliwie zaletą zamkniętych systemów kondensatu w stosunku do systemów otwartych są znaczące oszczędności wynikające z zagospodarowania pary wtórnej z rozprężania gorącego kondensatu – brak strat pary wtórnej. Wady to wyższe koszty inwestycyjne, konieczność rejestracji większej ilości urządzeń, większe prawdopodobieństwo występowania uderzeń wodnych przy błędnym skonstruowaniu instalacji kondensatu.

9. Zastosowanie przeciwprężnej turbiny redukcyjnej

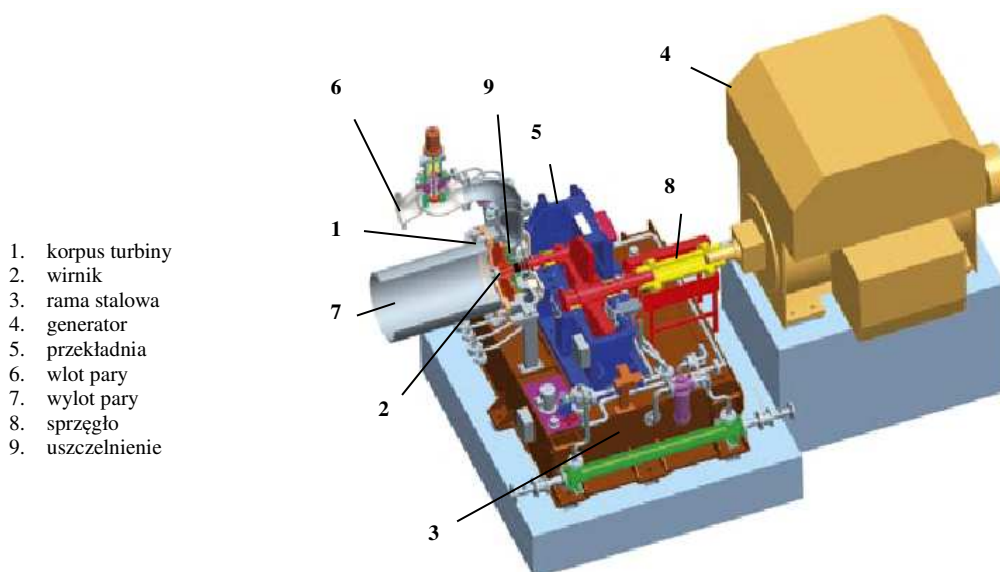
Wiele zakładów przemysłowych produkuje parę w kotłach parowych pracujących przy ciśnieniach o wiele wyższych niż wynikające z rzeczywistego zapotrzebowania procesu produkcyjnego. Ma to miejsce szczególnie w przypadku wykorzystywania starszych typów rusztowych kotłów wodnorurkowych, ale nie tylko. W większości zastosowań w celu obniżenia ciśnienia pary do odpowiedniego dla procesu, stosuje się zawory redukcyjne. Przeciwprężna parowa turbina redukcyjna nazywana również mikro-turbiną wykonuje tę samą funkcję redukcyjną co zawór redukcyjny, przy dodatkowej konwersji części energii redukowanej pary w energię elektryczną. Mikro-turbina nie zużywa pary! Ona po prostu redukuje ciśnienie pary, która dalej jest wykorzystywana w procesie produkcyjnym.

Najtańsze przeciwprężne turbiny redukcyjne - rys.9 - charakteryzują się konstrukcją z pojedynczym stopniem wirnika z wieńcem łopatkowym. Moc na wale turbiny jest wytwarzana, gdy strumienie wysokociśnieniowej pary są skierowane na łopatki wirnika osadzonego na wale turbiny. Wał turbiny połączony jest przez przekładnię i sprzęgło z generatorem energii elektrycznej.

Krzysztof Szałucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

Cały turbospół najczęściej wraz z systemem hydraulicznym zamontowany jest na stalowej ramie, dzięki czemu prace instalacyjne ograniczone są do koniecznego minimum.



Rysunek 9. Mikro-turbina, czyli przeciwpężna parowa turbina redukcyjna

Mikro-turbina stanowi zazwyczaj element dodatkowy w stosunku do istniejącego lub projektowanego systemu redukcyjnego. W podstawowej wersji nie zapewnia stabilizacji ciśnienia pary na wylocie, to zadanie ma spełniać zainstalowany równolegle zawór redukcyjny. Stabilizacja temperatury pary podawanej do procesu najczęściej wymaga zastosowania schładzacza pary po redukcji. Zazwyczaj możliwy jest montaż mikro-turbiny bez istotnej modernizacji istniejącej w zakładzie stacji redukcyjno-schładzającej.

PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA MIKRO-TURBINY: Zakład przemysłowy dysponuje kotłami OR pracującymi przy nadciśnieniu roboczym 38 bar i temperaturze pary przegrzanej 415°C ze średnią roczną wydajnością 16 t/h. Dla zapewnienia poprawnej pracy systemu technologicznego para jest redukowana za pomocą zaworu redukcyjnego do ciśnienia 14 bar i schładzana wtryskiem wody chłodzącej do temperatury 220°C. Wprowadzając w miejsce zaworu redukcyjnego przeciwpężną turbinę redukcyjną uzyskamy parametry wylotowe z turbiny na poziomie: 14 bar i 322°C oraz dodatkowo moc elektryczną w wysokości 602 kW. Za turbiną konieczne jest pozostawienie schładzacza pary tak, aby zapewniona była wymagana temperatura pary do procesu. Na obejściu turbiny pozostaje istniejąca stacja redukcyjna dla obsługi ewentualnych większych przepływów pary oraz zapewnienia pracy systemu w czasie postoju turbiny. Mimo stosunkowo wysokiego kosztu inwestycyjnego, uzyskiwane oszczędności bez poniesienia dodatkowych kosztów paliwa są znaczące i przy przeciętnej żywotności przeciwpężnej turbiny redukcyjnej szacowanej na 25 lat stanowią niebagatelne źródło korzyści dla zakładu przemysłowego.

Mikro-turbiny mogą być również zasilane wysokociśnieniową parą nasyconą z kotłów płomienicowo-płomieniówkowych.

Krzysztof Szałucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”

W celu wykonania analizy możliwości zastosowania mikro-turbiny oraz analizy ekonomicznej korzyści wynikających z jej zastosowania, wymagane jest podanie następujących parametrów: stabilne masowe natężenie przepływu pary (mikro-turbina może pracować ze stosunkowo małymi wahaniami przepływu pary, więc należy podawać stabilne strumienie poboru pary, które występują w możliwie najdłuższych okresach czasu), ciśnienie pary przed redukcją, ciśnienie pary po redukcji, temperatura pary przed redukcją, roczny czas pracy instalacji parowej przy podanych parametrach, cena zakupu energii elektrycznej, średnioroczne zużycie energii elektrycznej przez zakład.

10. Podsumowanie

W artykule omówiono w sposób bardzo ogólny tylko niektóre z możliwych działań zmierzających do uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym. Celem było wskazanie potencjalnych możliwości uzyskania oszczędności i oszacowanie celowości podjęcia działań. Każdy zakład przemysłowy ma swoją wyjątkową specyfikę technologii nośników energii i dla każdego zakładu konieczne jest indywidualne opracowanie odpowiedniego programu naprawczego w tym względzie.

Wiele innych szczegółowych opracowań w temacie systemy pary i kondensatu znajdzie czytelnik na mojej stronie internetowej: www.szalucki.pl
Serdecznie zapraszam.

Krzysztof Szalucki

tel. 667994413

e-mail: krzysztof@szalucki.pl

www.szalucki.pl

Krzysztof Szalucki:

„Analiza możliwości uzyskania oszczędności w procesach wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania pary wodnej w zakładzie przemysłowym.”