

## Zakres zastosowań

Inż. Markus Tuffner, LOOS INTERNATIONAL

### Zakres zastosowań szybkich wytwornic pary i kotłów trójciągowych

Do pokrycia małego i średniego zapotrzebowania pary mamy do wyboru szybkie wytwornice pary i kotły płomienicowo-płomieniówkowe. Oba typy kotłów sprawdzają się w eksploatacji już od

kilkudziesięciu lat. Zaprezentowanie istotnych różnic między nimi powinno pomóc w dokonaniu wyboru właściwego kotła do określonych wymagań.

#### 1. Szybkie wytwornice pary

Parametry szybkich wytwornic pary firmy LOOS to:

Wydajność	80 2.000 kg/h,
Moc	54 1.335 kW
Ciśnienie	10 32 bar
Paliwo	olej opałowy lekki /gaz ziemny
Pozycja kotła	leżąca

##### 1.1 Zasada funkcjonowania

W szybkich wytwornicach pary część wytwarzająca parę składa się ze specjalnej wężownicy grzejnej, umieszczonej w gazoszczelnej stalowej obudowie. Dwuwarstwowo zwinięta wężownica jest w rzeczywistości konstrukcją trójciągową, optymalną dla ekonomicznej i ekologicznej pracy kotła.

Zamiast nieekonomicznego podwójnego płaszcza chłodzonego powietrzem stalowa obudowa zaizolowana jest specjalną izolacją cieplną. Podawana sprawność jest więc nie tylko czysto teoretyczna, al. odpowiada rzeczywistym warunkom roboczym (por. raport branżowy "Szybkie wytwornice pary").

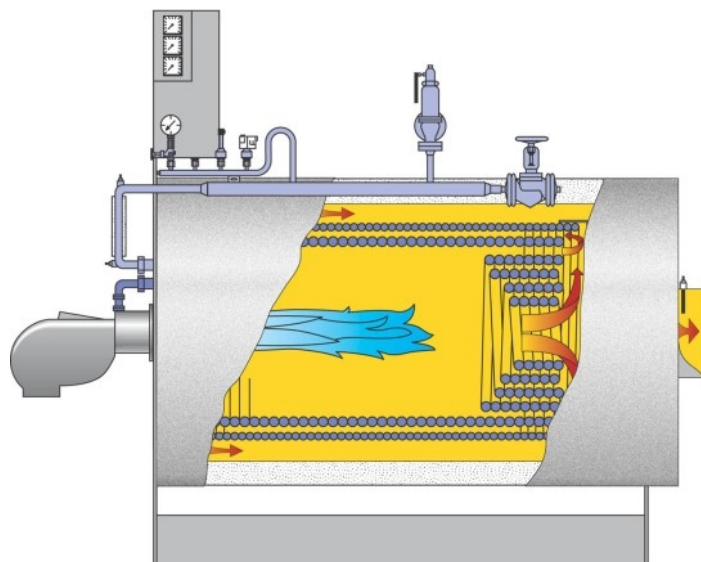
Woda zasilająca, tłoczona przez pompę tłokową, nagrzewa się w wężownicy i paruje. Pojemność wodna wytwornicy

warunkowana zasadą wodnorurkową bez zdefiniowanej przestrzeni parowej, jest bardzo niewielka.

Celem konstruktorów szybkich wytwornic pary są niskie koszty produkcji, minimalna pojemność wodna, niewielkie rozmiary i jak najszybsza gotowość do oddawania pary. Cele te realizowane są najlepiej na zasadzie przepływu wymuszonego.

##### 1.2 Szybka gotowość robocza

Istotną zaletą szybkich wytwornic pary, poza niskimi kosztami inwestycyjnymi i małym zapotrzebowaniem miejsca, jest krótki czas podgrzewu, czyli szybka gotowość robocza. Wytwornice nie mają pojemności zasobniczej wody i pary. Niewielka pojemność wodna podgrzewa się do temperatury parowania w ciągu zaledwie kilku minut.



Przekrój przez szybki wytwornicę pary DAMPPFIX DF – trójciągowy przepływowy podgrzewacz z atestem UE

### 1.3 Regulacja mocy

Przetwornik ciśnienia i cyfrowy regulator do 2-stopniowej lub modulacyjnej regulacji palnika dostosowują wytwornicę do wahań odbioru pary. Specjalny moduł słabego obciążenia opóźnia przejście na maksymalne obciążenie. Dzięki temu w fazie słabego obciążenia zredukowana jest częstotliwość włączeń palnika, co znacznie zmniejsza zużycie jego komponentów.

### 1.4 Jakość pary

Woda zasilająca dla szybkich wytwornic pary jest przygotowywana przeważnie w zmiękczacach w drodze wymiany jonowej. Aby wykluczyć wzbogacenie i wytrącanie się soli w wodzie zasilającej, szybkie wytwornice pary muszą pracować z niewielkim nadmiarem wody.

Zasolona woda jest oddzielana przez osuszacz pary w przewodzie odbioru pary. Reszta pozostaje w parze i jest wraz z nią transportowana do odbiorów. Parę można stosować bez ograniczeń do ogrzewania odbiorów z wymiennikami ciepła. Dla odbiorów, wymagających pary wysokiej jakości, ta para jednak się nie nadaje.

### 1.5 Regulacja i kontrola wody zasilającej przed przegrzaniem

Regulacja wody zasilającej jest dwustopniowo sprzężona z regulacją ogrzewania. LOOS oferuje opcjonalnie również modulacyjną regulację wody. Dzięki temu ilość wody można podzielić dowolnie (np. 30/70%) lub optymalnie dostosować do płynnie regulowanej ilości paliwa. Pozwala to na lepsze dostosowanie regulacji mocy do zapotrzebowania pary i podnosi jakość pary.

Szybkie wytwornice pary są pośrednio zabezpieczone przed przegrzaniem. Ograniczniki temperatury na wlocie spalin i podwójne na wylocie pary w razie niedopuszczalnego wzrostu temperatury przerywają i blokują ogrzewanie, zapobiegając uszkodzeniu wężownicy grzejnej.

### 1.6 Częstotliwość włączeń palnika

Szybkie wytwornice pary nie mają pojemności zasobniczej. To powoduje częstsze włączenia palnika, dopóki ilości odbieranej pary i doprowadzanego

ciepła znacznie się różnią. A w przypadku stosowania oleju lekkiego jako paliwa z każdym zapłonem palnika wiąże się powstawanie sadzy, co powoduje konieczność częstszego czyszczenia palnika.

Częste włączenia i wyłączenia palnika wiążą się też z każdorazowym przewietrzaniem paleniska i ciągów spalin. powietrze płuczące schładza kocioł i podgrzane, ale niewykorzystane, uchodzi przez komin.

Tę, charakterystyczną dla szybkich wytwornic pary wadę, można znacznie zniwelować przez właściwe ustalenie rzeczywistego zapotrzebowania i specjalne, dodatkowe wyposażenie, np. moduł słabego obciążenia czy modulacyjną regulację wody.

### 1.7 Czułe na braki w konserwacji i błędy w obsłudze

Typowa dla szybkich wytwornic pary zasada wodnorurkowa wymaga ciągłego zmiękczenia wody uzupełniającej i przygotowania wody zasilającej zgodnie z obowiązującą wytyczną. Wszelkie odchylenia mogą w krótkim czasie doprowadzić do powstania kamienia kotłowego w wężownicy i uszkodzenia wytwornicy po stronie wodnej. braki w konserwacji palnika mogą spowodować zanieczyszczenia przestrzeni spalinowej.

Aby uniknąć szkód i zanieczyszczeń konieczna jest obsługa i konserwacja ściśle według zaleceń producenta. Właśnie w szybkich wytwornicach pary zaniedbania w tym zakresie mogą bardzo szybko doprowadzić do powstania szkód. Konieczne jest regularne prowadzenie książki eksploatacyjnej.

Pierwsze uruchomienie wytwornicy powinien przeprowadzić producent. Umowa serwisowa zawarta z producentem zagwarantuje regularne kontrole i konserwacje, pozwalające na wczesne zdiagnozowanie i usuwanie ewentualnych usterek.

Ręczne uruchamianie i wyłączenie szybkich wytwornic pary jest nie tylko czasochłonne, ale często też staje się źródłem nieświadomych błędów, powodujących korozję przestrzeni spalinowej i wodnej. LOOS stworzył system ABA-DF z zaprogramowanym SPS-em do automatyzacji wszystkich wyłączeń, włączeń i gotowości roboczej, pozwalający na oszczędność czasu oraz unikanie błędów w obsłudze.

Jako producent polecamy też specjalne moduły przygotowania i zasilania wody zasilającej, doskonałe na wypadek, gdyby lokalne warunki nie zapewniały dostatecznego bezpieczeństwa pod tym względem. LOOS oferuje automatyczne moduły przygotowania wody (WSM) i zmiękczenia wody (WEM), które pomogą uniknąć takich sytuacji.

### 1.8 Czyszczenie i rewizja przestrzeni spalinowej i wodnej

Aby uniknąć strat wylotowych szybkich wytwornic pary trzeba często czyścić powierzchnie grzejne przestrzeni spalinowej.

Tylko pozioma pozycja wytwornicy umożliwia wygodną kontrolę palnika i łatwą inspekcję wężownicy. W tym położeniu wytwornica jest dostępna do łatwego i skutecznego czyszczenia.

### 1.9 Ułatwienia w instalacji, eksploatacji i kontroli

Rozporządzenie dla kotłów parowych zostało zastąpione rozporządzeniem o bezpieczeństwie eksploatacji. Ustawodawca nie ustanowił jednak jeszcze żadnych zasad projektowych, więc w praktyce w określonych przypadkach, nie ujętych w rozporządzeniu o bezpieczeństwie eksploatacji, obowiązują nadal TRD i częściowo rozporządzenie dla kotłów parowych.

Rozporządzenie o bezpieczeństwie eksploatacji powołuje się na Wytyczną dla urządzeń ciśnieniowych, w którym wytwornice pary są podzielone na 4 kategorie. Kryterium zaszeregowania do określonej kategorii jest iloczyn pojemności wodnej (pełnej) i nadciśnienia bezpieczeństwa. Jeżeli  $p$  (nadciśnienie w bar)  $\times V$  (l)  $< 3000$ , kotły zaliczane są do kategorii 3, nie wymagającej zezwolenia. Dotyczy to szybkich wytwornic pary LOOS  $< DF 1500 \times 10$ ;  $DF 1000 \times 25$  i  $DF 600 \times 32$  natomiast dla wszystkich kotłów zaliczonych do kategorii 3 i 4 konieczne są badania przed uruchomieniem przez właściwe organizacje nadzorcze, a także badania powtarzalne. Od tej reguły jest jednak jeden wyjątek.

W przypadku kotłów zaliczonych do kategorii 3 o iloczynie  $p$  (nadciśnienie w bar)  $\times V$  (l)  $< 1000$ , jak np. szybkich wytwornic pary LOOS  $DF 250 \times 30$ ,  $DF 400 \times 25$  i  $DF 600 \times 18$ , dla agregatów produkowanych seryjnie wystarczy przeprowadzić jedno badanie

na jednym agregacie, które obowiązuje potem dla wszystkich agregatów tej serii a więc dla kotłów jednej serii nie trzeba przeprowadzać badań przed uruchomieniem w miejscu instalacji. Badania powtarzalne przez odpowiednią organizację nadzorczą w ogóle nie są konieczne dla wszystkich kotłów kategorii 3 o iloczynie p (nadcisnienie bar) x V (l) < 1000, w takim wypadku badanie musi być przeprowadzone przez "wykwalifikowaną osobę".

Oдноśnie instalacji i eksploatacji urządzeń ciśnieniowych w rozporządzeniu o bezpieczeństwie eksploatacji w ogóle nie ma żadnej wzmianki, zwykle stosuje się tu postanowienia starego rozporządzenia dla kotłów parowych i TRD. Obejmują one szybkie wytwornice pary o wydajności do 600 kg/h ze względu na ich niewielką pojemność wodną < 50 l(l) i iloczyn pojemności wodnej (l) x ciśnienie pary (nadcisnienie bar) < 1000 jako kotły parowe grupy III. Według obowiązujących przepisów budowlanych kotły te mogą być w Niemczech instalowane w pomieszczeniach roboczych. Nie są one również objęte obowiązkiem nadzoru. Dla większych wytwornic pary obowiązują uproszczone warunki instalacji w pomieszczeniach roboczych i budynkach mieszkalnych, ponieważ ich iloczyn p (nadcisnienie bar) x V (l) < 20.000.

## 2. Kotły płomienicowo-płomieniówkowe

Parametry kotłów płomienicowo-płomieniówkowych firmy LOOS to:

Wydajność	250 – 55.000 kg/h
Rodzaje pary	para nasycona/prze-grzana do 310 °C
Ciśnienie	1 - 30 bar
Paliwo	olej opałowy lekki, ciężki i wszystkie gazy opałowe
Typy	kocioł dwuciągowy kocioł trójciągowy kocioł trójciągowy

### 2.1 Zasada funkcjonowania

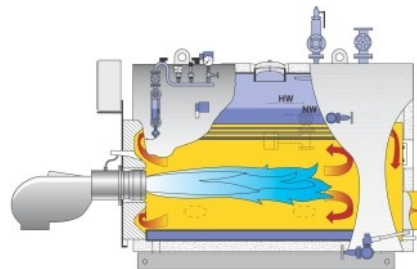
W kotłach płomienicowych, zwanych też kotłami o dużej pojemności wodnej,

wytwarzające parę powierzchnie grzejne składające się z płomienicy i położonych za nią płomieniówek znajdują się w przestrzeni wodnej cylindrycznej części ciśnieniowej. Woda paruje na powierzchniach grzejnych. Pęcherzyki pary unoszą się, wypełniając przestrzeń parową u szczytu kotła.

Różnica mocy ogrzewania płomienicy (promieniującej powierzchni grzejnej) i płomieniówek (konwekcyjnych powierzchni grzejnych) wywołuje, wraz z zasilaniem wodą i odbiorem pary, wewnętrzną cyrkulację wody, przyspieszającą transport pęcherzyków pary i przenoszenie ciepła.

#### 2.1.1 Kotły dwuciągowe

Konstrukcja kotłów o dużej pojemności wodnej o małej mocy opiera się na tylnym nawrocie spalin w płomienicy i ciągu płomieniówek. Przedni nawrót spalin odbywa się w przednich drzwiach kotła. Drzwi są całkowicie otwierane, umożliwiając wygodną inspekcję kotła i palnika.



Rys.: Przekrój przez wysokiściśnieniowy kocioł parowy UNIVERSAL-HD. Kompaktowy kocioł płomienicowo-płomieniówkowy z atestem UE

#### 2.1.2 Kotły trójciągowe

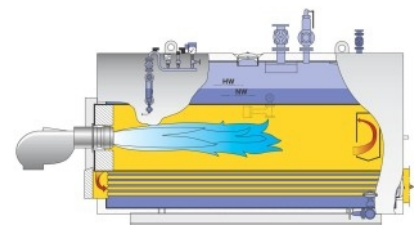
Kotły o dużej pojemności wodnej o małej i średniej mocy i konstrukcji trójciągowej z wewnętrzną, tylną komorą nawrotną spalin, chłodzoną wodą oraz przednią, zewnętrzną komorą nawrotną do wytwarzania pary nasyconej.

Do wytwarzania pary przegrzanej na przedniej komorze nawrotnej zainstalowany jest przegrzewacz. Płomieniówki drugiego i trzeciego ciągu pozostają łatwo dostępne.

Aby zwiększyć efektywność kotła, można go wyposażyć opcjonalnie w ekonomizer w komorze spalin.

#### 2.1.3 Kotły trójciągowe dwupłomienicowe

Kotły o dużej pojemności wodnej o dużej i maksymalnej mocy, wyposażone w dwie płomienice i po dwa ciągi płomieniówek, z całkowicie oddzielnymi drogami spalin od każdej płomienicy. Kotły są przystosowane do pracy z jedną płomienicą. Możliwość pracy z jedną płomienicą podwaja zakres regulacji i zwiększa bezpieczeństwo zasilania.



Rys.: Przekrój przez wysokiściśnieniowy kocioł parowy UNIVERSAL UL-S. Trójciągowy kocioł płomienicowo-płomieniówkowy z atestem UE (dla UL-S 10 i 13 bar)

Podobnie, jak w kotłach jednopłomienicowych, tak i tutaj można zainstalować moduł przegrzewacza na przedniej komorze nawrotnej i/lub ekonomizer w komorze spalin.

### 2.2 Stałe ciśnienie

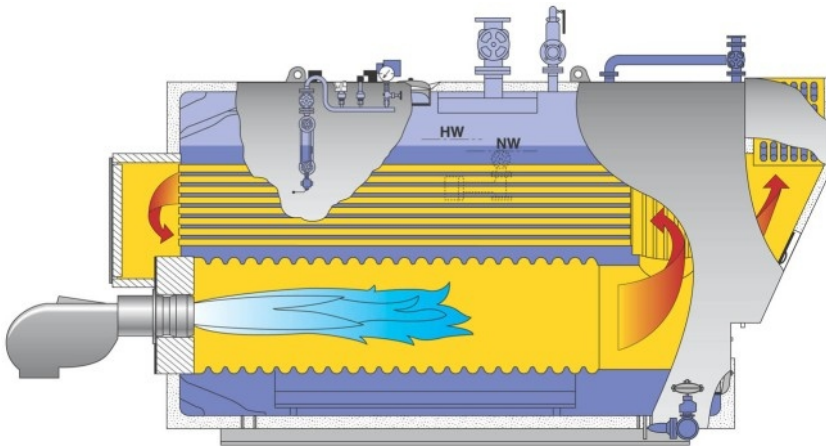
Idealna wielkość kotła o dużej pojemności wodnej zapewnia stałe ciśnienie dzięki pojemności zasobniczej wody z efektem parowania w przypadku obniżenia ciśnienia na skutek wahań i szczytowych odbiorów pary.

### 2.3 Elastyczne dostosowanie obciążenia

Duża i dobrze zwymiarowana przestrzeń parowa oraz specjalne urządzenie do odbioru pary u szczytu kotła pozwala na wytwarzanie suchej pary nawet przy szybkich zmianach obciążenia i chwilowym przekroczeniu wydajności znamionowej. Mieszanie doprowadzanej wody zasilającej z gorącą wodą kotłową wspomaga ten proces.

Ponadto zastosowanie modulacyjnej regulacji palnika i ciągłej regulacji wody zasilającej, co często się spotyka w dużych jednostkach, zwiększa elastyczność w dostosowywaniu się do zmian obciążenia przy stałym ciśnieniu i jakości pary.





Rys.: Przekrój przez wysokociśnieniowy kocioł parowy UNIVERSAL-ZFR. Trójciągowy kocioł dwupłomienicowy z kompaktowym ekonomizerem, dopuszczony przez TÜV do pracy z jedną płomienicą

#### 2.4 Wysoka jakość pary

Dzięki oddzieleniu przestrzeni wodnej od parowej wszystkie nie parotłone składniki, prowadzone z chemicznie przygotowaną wodą zasilającą, pozostają w wodzie kotłowej. Ciągłe odsalanie bezpośrednio pod minimalnym poziomem wody zapobiega zwiększeniu stężenia soli.

Osadzający się muł jest regularnie usuwany przez okresowe odmulanie.

#### 2.5 Regulacja i ograniczenie poziomu wody

Elektroniczny system regulacji i ograniczenia poziomu wody z wewnętrznymi elektrodami bezpośrednio reguluje i steruje poziomem wody. Nowością jest regulacja włączeń i wyłączeń i pompy zasilającej za pomocą przetwornika poziomu i LOOS BOILER CONTROL LBC (SPS).

Samokontrolujące elektrody ograniczające praktycznie wykluczają wystąpienie braku wody i spowodowane tym szkody.

#### 2.6 Regulacja mocy i częstotliwość włączeń palnika

Kotły płomienicowe są wyposażone zależnie od wielkości i wymagań w palniki z regulacją 2-stopniową, 3-stopniową lub modulacyjną.

Tutaj też nowością jest regulacja za pomocą przetwornika ciśnienia i LOOS BOILER CONTROL (SPS), optymalizująca dostosowanie obciążenia. Zintegrowane sterowanie słabym obciążeniem

pozwala zastosować w kotłach o dużej pojemności wodnej ze względu na ich pojemność zasobniczą dodatkowe elementy regulacyjne, mające zmniejszyć częstotliwość włączeń palnika w fazie słabego obciążenia, a co za tym idzie straty ciepła w wyniku ciągłego przewietrzania świeżym powietrzem i zużycie kotła w wyniku zmiennego obciążenia termicznego.

#### 2.7 Wybacza drobne błędy obsługowe i konserwacyjne

Duża powierzchnia grzejna kotła sprawia, że jest on nieczuły na chwilową twardość wody czy korozję przestrzeni wodnej. możemy też wykluczyć korozję przestrzeni spalinowej.

#### 2.8 Czyszczenie i rewizja przestrzeni spalinowej i wodnej

Dobra dostępność przestrzeni spalinowej i wodnej czyni ich czyszczenie łatwym i skutecznym.

#### 2.9 Uproszczone wymagania instalacyjne i badania powtarzalne

Ze względu na brak konkretnych zapisów w rozporządzeniu o bezpieczeństwie eksploatacji odnośnie instalowania i eksploatacji stosuje się nadal regulacje rozporządzenia dla kotłów parowych i TRD. Według nich dla kotłów płomienicowych małej mocy obowiązują warunki instalacji w pomieszczeniach roboczych i budynkach mieszkalnych według wzoru:

pojemność wodna (l) x ciśnienie pary (nadciśnienie bar) < 10000  
lub

< 20000 z wyposażeniem zgodnie z TRD604 dla pracy przez 72 h bez nadzoru

Natomiast rozporządzenie o bezpieczeństwie eksploatacji jasno precyzuje przepisy dotyczące badań. Dla kotłów o dużej pojemności wodnej obowiązujące są badania przez odpowiednie organizacje nadzorcze (TÜV, TÜA, AFA) przy pierwszym uruchomieniu oraz badania powtarzalne: rewizja zewnętrzna i wewnętrzna i próby ciśnieniowe. Badania mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa i utrzymanie urządzenia w nienagannym stanie.

### 3. Ostateczne porównanie

Kotły o dużej pojemności wodnej są przyjazne w obsłudze i konserwacji, nie wymagające i trwałe. W zakresie wydajności 2.000 - 55.000 kg/h oraz zapotrzebowania do 200 t/h stosuje się niemal wyłącznie kotły płomienicowe. W zakresie większych mocy, a zwłaszcza maksymalnych ciśnień i temperatur przegrzania, lepsze są kotły wodnorurkowe.

Przy zapotrzebowaniu pary 2.000 kg/h można alternatywnie zastosować tańszą szybką wytwornicę pary. Posiada ona wiele zalet, jeśli chodzi o pracę o sporadycznym zapotrzebowaniu pary z długimi przestojami. Ze względu na niewielką pojemność wodną mniejsze wytwornice pary są zaklasyfikowane jako kotły kategorii 3 według Wytyczej dla urządzeń ciśnieniowych i grupy III do 600 kg/h według rozporządzenia dla kotłów parowych, co pozwala na częściową rezygnację z badań powtarzalnych przez właściwe organizacje nadzorcze.

Wadą wytwornic jest czasochłonność i skomplikowana obsługa i konserwacja oraz szybsze zużycie komponentów, jak np. pompa tłokowa, która ulega zużyciu po 2500 godzinach pracy.

W przypadku zapotrzebowania wysokiej jakości pary suchej i odsolonej, w dodatku przy zmiennym obciążeniu, należy wybrać kocioł płomienicowy.

Pomocne w doborze kotła będą raporty branżowe "Szybkie wytwornice pary" i "Jaki kocioł na jakie zapotrzebowanie", dostępne na naszej stronie internetowej [www.loos.de](http://www.loos.de).