

# Piece próżniowe i procedury – poradnik dla użytkownika

Vacuum furnaces and procedures – a guide for the user

dr inż. Zbigniew Szczerba

REMIX S.A. Świebodzin,  
email: z.szczerba@remixa.pl



## W KILKU SŁOWACH

Nowoczesne piece próżniowe odznaczają się jakościową i bezpieczną produkcją o ile zachowuje się odpowiednie procedury zarówno w zakresie bezpiecznych warunków pracy jak również w zakresie utrzymania ruchu. Potrzebna jest także dbałość o odpowiednie przygotowanie wsadu przed obróbką cieplną o czym czasami zdarza się zapomnieć młodym i niedoświadczonym użytkownikom takich pieców.

## Zaplanowany program konserwacji

Inwestycja w piec próżniowy, powinna zakładać także jego utrzymanie, aby zapewnić niezawodność pracy. Podstawową rolę w tym względzie odgrywają harmonogramy konserwacji i przyjęte metody jej przeprowadzania. W tym celu niezbędne jest ściśle przestrzeganie zaplanowanego programu konserwacji, co pozwala na szybkie wykrycie i identyfikację, a następnie likwidację nieszczelności, naprawę i wymianę elementów systemu grzejącego, oraz odpowiednie przygotowanie wsadu i oprzyrządowania.

Często zdarza się, że dział utrzymania ruchu nie ma odpowiednio zaplanowanego programu konserwacji pieców i w połączeniu z brakiem umiejętności wykrywania potencjalnych awarii powoduje to uszkodzenie systemów pieca a w dalszej kolejności nieoczekiwane koszty i spo-



## SUMMARY

Modern vacuum furnaces are characterized by high quality and safe production as long as the appropriate procedures are maintained for both safe working conditions and maintenance. Care for proper preparation of the batch before heat treatment is necessary, what is sometimes forgotten by young and inexperienced users of such furnaces.

wolnienie produkcji.

Z głównych wyzwań stawianych przed osobami sporządzającymi plany przeglądów konserwacyjnych jest odpowiedź na pytanie, jak skutecznie maksymalizować efektywność systemów pieca i jednocześnie zwiększać jego żywotność.

Dlatego jednym z najważniejszych kroków w celu ochrony pieca jest rutynowa konserwacja zapobiegawcza i naprawcza w codziennych operacjach.

Podstawowym obszarem, z którym powinien zapoznać się każdy właściciel i operator pieca jest obszar konserwacji zapobiegawczej i korygującej do których należą:

- Tworzenie dziennych, tygodniowych, miesięcznych i rocznych harmonogramów konserwacji,

## Przeгляд codzienny pieca próżniowego

Data przeglądu .....

ZESPÓŁ lub część podlegająca przeglądowi	Należy sprawdzić	Przeгляд wykonano	Przeгляд wykonał Podpis
Uszczelka drzwi pieca	- Sprawdzić wzrokowo uszczelkę drzwiową oraz stan powierzchni z którymi się styka	<input type="checkbox"/>	
Wyposażenia wewnętrzne pieca	Sprawdzić wzrokowo: - Stan izolacji grafitowej - Stan elementów grzejnych - Stan grafitowych podpór wsadu - Stan dysz grafitowych - Stan termoelementów	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
System wodny	- Sprawdzić szczelność elementów systemu - Sprawdzić wizualnie stan węży wodnych	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
System pompowy	Sprawdzić poziom oleju: - Pompie mechanicznej - Pompie Root'sa	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
System pneumatyczny	Sprawdzić wizualnie stan węży oraz szczelność na połączeniach gwintowych	<input type="checkbox"/>	
System gazowy	- Sprawdzić wizualnie stan elementów systemu gazowego - Sprawdzić zapas azotu w zbiorniku buforowym - Sprawdzić zapas gazów nawęglających	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Szafa sterownicza Instalacja elektryczna na piecu	- Sprawdzić stan zewnętrznej aparatury, napędów, łączników - Sprawdzić działanie przyrządów kontrolno pomiarowych - Sprawdzić działanie układów sygnalizacji, automatyki i zabezpieczeń	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

## Przeгляд półroczny pieca próżniowego

Data przeglądu .....

ZESPÓŁ lub część podlegająca przeglądowi	Należy sprawdzić	Przeгляд wykonano	Przeгляд wykonał Podpis
Komora grzejąca Systemy próżniowe Instalacja próżniowa	- Sprawdzić szczelność komory grzejącej - Sprawdzić szczelność systemów pompowych - Sprawdzić szczelność instalacji próżniowych  <b>WYKONAĆ ZA POMOCĄ WYKRYWACZA HELOWEGO</b>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Przetworniki próżni Sondy próżniowe	- Sprawdzić prawidłowość wskazań za pomocą sondy wzorcowej (nowej)	<input type="checkbox"/>	
Elementy grzejne	- Sprawdzić stopień zużycia elementów grzejnych, w przypadku zawarzenia ubytku lub uszkodzenia należy wymienić na nowy	<input type="checkbox"/>	
Szafa sterownicza Instalacja elektryczna w piecu	- Sprawdzenie poprawności pracy układów pomiarowych, sygnalizacji i zabezpieczeń - Sprawdzenie stanu połączeń śrubowych głównych torów prądowych - Wykonanie czynności konserwacyjnych	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

- Wykrywanie, identyfikacja i zapobieganie nieszczelności, oraz wykrywania prawdopodobnych miejsc nieszczelności.
- Przestrzeganie harmonogramów i metod konserwacji, pozwala zapobiec poważniejszym awariom czy przestojom, gwarantując jednocześnie utrzymanie pieca na najwyższym poziomie, co zminimalizuje koszty i ewentualne straty dając jednocześnie możliwość osiągnięcia wysokiej jakości obróbki cieplnej.

## Działania korygujące i konserwacja zapobiegawcza

Przed przystąpieniem do konserwacji urządzeń w piecu próżniowym należy zrozumieć, że istnieją dwa podstawowe rodzaje konserwacji: korygująca i zapobiegawcza. Konserwacja korygująca następuje po stwierdzeniu nieprawidłowej pracy pieca. Zwykle dotyczy ona szerszego spojrzenia na objawy w celu ustalenia prawdopodobnych przyczyn nieprawidłowej



pracy pieca, a ostatecznie jej poprawy.

Konserwacja zapobiegawcza wymaga regularnej kontroli i konserwacji pieca i jego systemów. Ta forma konserwacji jest uważana za najskuteczniejszą metodę ochrony sprzętu. Z całą pewnością przedłuża ona żywotność pieca, a także zapobiega nieplanowanemu przestojowi. Jednym z głównych problemów, jaki pojawia się w utrzymaniu pieca próżniowego, jest to, że piec nie jest w stanie odpompować się. Aby ustalić przyczynę, należy przejść z konserwacji prewencyjnej do naprawy konserwacyjnej, a tym samym przeprowadzić procedurę sprawdzania szczelności pieca. Zazwyczaj utrata próżni w komorze podczas testu szczelności oznacza gazowanie pieca, wewnętrzne przecieki i / lub obecność rzeczywistego wycieku.

Aby w pełni zrozumieć procedury konserwacji w celu identyfikacji, korygowania i zapobiegania nieszczelnościom, ważne jest, aby wiedzieć, jakie jest ich pochodzenie i jakie są sposoby na poradzenie sobie z nimi, w szczególności gazowanie pieca i rzeczywiste przecieki.

W piecach próżniowych z funkcją nawęglania i systemem chłodzenia gazowego bardzo istotne jest odpowiednie dobranie przepływów gazów nawęglających. W zależności od intensywności eksploatacji pieca, nieprawidłowo dobrane przepływy gazów nawęglających do powierzchni wsadu, powodują:

- zasadenie pieca i tym samym układu pompowego w efekcie spadek wydajności pompowania; powoduje to częste wymiany olejów oraz filtrów w pompach mechanicznych.
- osadzanie się sadzy w zimnych strefach pieca (obudowa) i w dyszach systemu chłodzenia pieca powodują zarastanie dyszy i w konsekwencji zmniejszenia efektywności chłodzenia pieca,
- osadzanie się sadzy na ceramicznych elementach systemu grzejnego powoduje zwarcia.

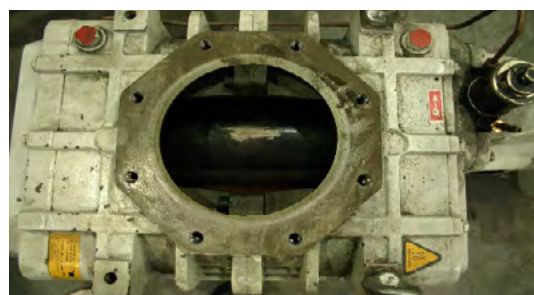
Niektóre przypadki związane z brakiem właściwego utrzymania ruchu pieców próżniowych pokazano na zdjęciach – Rys 1 ÷ 10.



Rys. 1. Sadza na wlocie do pompy mechanicznej



Rys. 2. Stan filtra przed systemem pompowym



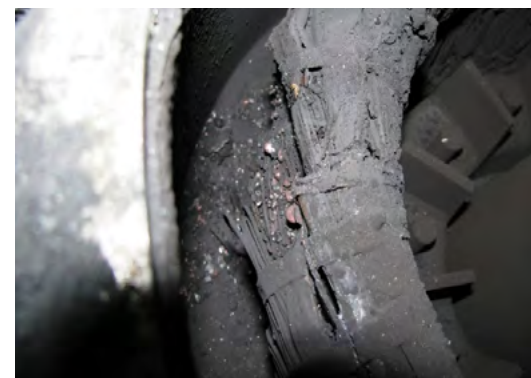
Rys. 3. Pompa Roots'a – zalepione wirnika sadzą i olejem



Rys. 4. Olej z pompy mechanicznej po i przed wymianą



Rys. 5. Sadza zgromadzona w króćcu przepustu termoparowego



Rys. 6. Sadza zgromadzona wewnątrz silnika oraz widoczne przepalenie uzwojenia stojana



Rys. 7. Substancja smolista na obudowie wewnętrznej pieca powstała ze zmieszania się sadzy oraz olejów z niewłaściwie umytych wsadów.



Rys. 8. Osadzanie się sadzy i innych materiałów z niewłaściwie przygotowanych wsadów na elementach pieca



Rys. 9. Osadzanie się sadzy na ceramicznych elementach pieca



Rys. 10. Efekt zwarcia w przepustach prądowych spowodowane osadzeniem się węgla na elementach ceramicznych

Do najważniejszych czynności konserwacyjnych należą: wymiana filtrów i olejów w pompach próżniowych, w zależności od intensywności procesów nawęglających co 2 do 5 miesięcy, wymiana uszczelek drzwi ciśnieniowych, przynajmniej raz w roku. Wymiana termopary kontrolnej oraz torów pomiarowych powinna być zgodna z normą AMS. Czujniki próżniowe muszą być wymieniane, czyszczone lub kalibrowane w razie potrzeby. Przy zachowaniu harmonogramu konserwacji ważne jest, aby upewnić się, że sprzęt i wsad są prawidłowo czyszczone podczas procesu mycia.

Tworzenie dzienników urządzeń i ich aktualizacja są nieocenione dla personelu zajmującego się konserwacją, zarówno konserwacją zapobiegawczą, jak i naprawczą.

Wprowadzenie dziennika pracy podzespołów pieca i korzystanie z codziennych, tygodniowych, miesięcznych i rocznych raportów kontrolnych dotyczących utrzymania (wynikające z DTR urządzenia), pozwala wydajniej kontrolować wszystkie elementy, które powinny być regularnie sprawdzane.

W miarę postępów w zrozumieniu dwóch podstawowych form obsługi technicznej, należy

zacząć od tworzenia dokładnych zapisów, przebiegu procesów w urządzeniu. Po uruchomieniu i wdrożeniu urządzenia do pracy, ważne jest, aby utworzyć dziennik wydajności oraz bazę danych zawierającą następujące informacje:

- Czas pompownia do zadanego poziomu próżni,



- Maksymalną osiąganą próżnię,
  - Ciśnienie uzyskiwane przez pompę mechaniczną,
  - Wartość nacieku, uzyskanego po poprzednim wygrzaniu i wystudzeniu pieca,
- oraz
- Rozkład temperatury w przestrzeni roboczej,
  - Charakterystykę ciśnieniową dmuchawy systemu chłodzenia.

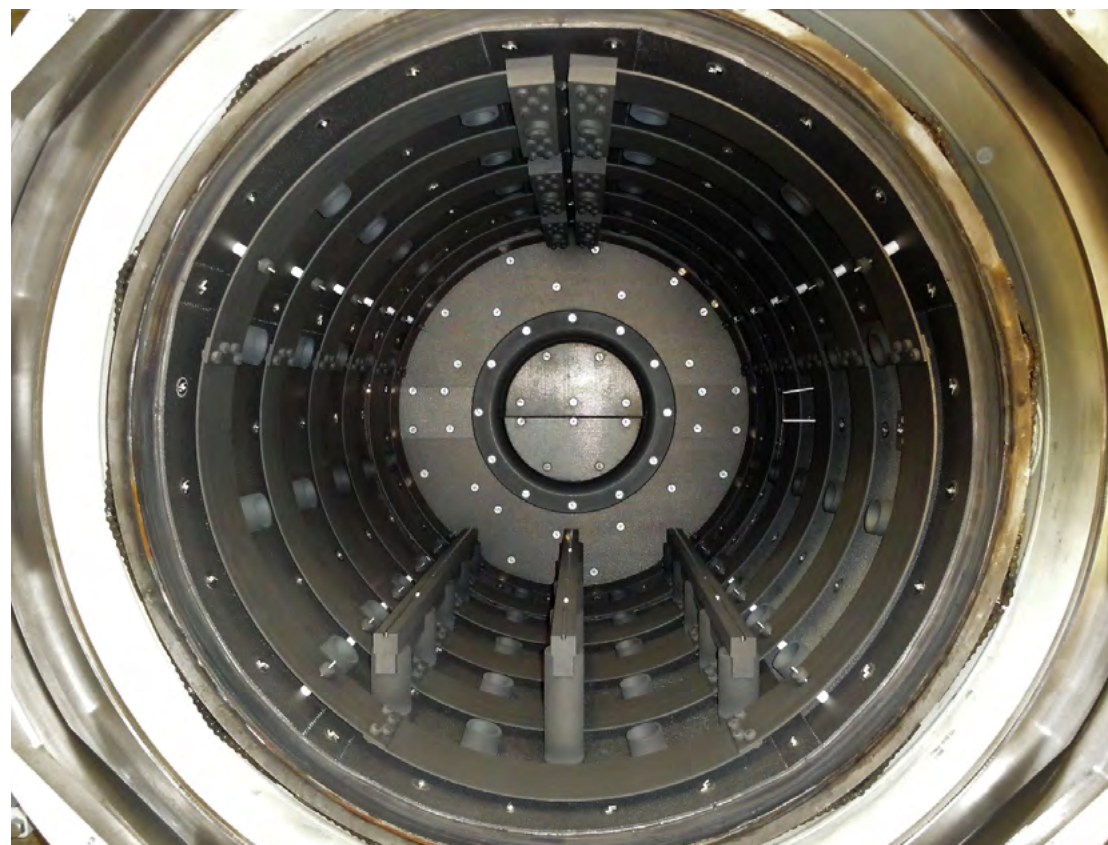
Wyżej wymienione operacje mają szczególne znaczenie w obsłudze pieca próżniowego, dlatego też należy rejestrować każdą obserwację, co pozwoli reagować na zachodzące zmiany. Ponieważ wydajność sprzętu pogarsza się wraz z wiekiem, stałe badanie parametrów pracy w większości wypadków umożliwia dokładną diagnozę problemu, ograniczając zbędny demontaż elementów.

Jeśli rejestrujesz od początku wyżej wymienione parametry i ich zmiany, możesz określić pogorszenie wydajności np. systemu pompowego w czasie. Pozwala to na określenie i identyfikowanie potencjalnych przyczyn, a także odpowiednich działań korygujących, oszczędzając czas i zasoby.

### Podsumowanie

Zrozumienie sposobu wdrożenia i wykonywania podstawnych prac konserwacyjnych i utrzymania, takie jak diagnozowanie i rozwiązywanie problemów działania pieca, sprawdzenia szczelności możesz znacznie wydłużyć żywotność urządzenia, powodując minimalizację kosztów jego użytkowania.

W efekcie końcowym, wykorzystanie odpowiednich konserwacji zapobiegawczych i naprawczych spowoduje zmniejszenie sytuacji nieplanowanych przestojów a w konsekwencji zwiększenie produkcji i wzrost wskaźników rentowności.



Rys. 11. Stan komory grzejnej właściwie eksploatowanego pieca próżniowego