

## **PRODUKCJA URZĄDZEŃ DLA ENERGETYKI JĄDROWEJ MOTOREM POSTĘPU NAUKOWO – TECHNICZNEGO I ORGANIZACYJNEGO**

### **Streszczenie**

Na podstawie doświadczeń przy produkcji urządzeń dla elektrowni jądrowej Temelin, przedstawiono jeden z wielu argumentów uzasadniających budowę elektrowni jądrowej. Takim argumentem jest to, że produkcja urządzeń dla energetyki jest motorem postępu naukowo-technicznego i organizacyjnego.

Produkowano w Polsce następujące urządzenia dla elektrowni Temelin i nie zrealizowanej elektrowni Żarnowiec [1]:

- wymienniki ciepła;
- zawory;
- zasuw;
- rurociągi;
- obudowy przepustów;
- obudowy napędów zaworów, zasuw.

Sprostano bardzo wysokim wymaganiom technicznym, jakie były wymagane co do jakości tych urządzeń. Rozwiązano wiele zagadnień, problemów i trudności jakie wyniknęły w trakcie procesu technologicznego, a które nie były ujęte w dokumentacji licencyjnej.

Wyszkolono najwyższej klasy fachowców, takiej jak: tokarze, spawacze, ślusarze, pracowników laboratorium badań kontrolnych oraz kadry technicznej i organizacyjnej. Mimo zaprzestania dalszej produkcji tych urządzeń w wyniku przerwania budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu, to zdobyte doświadczenie okazało się bardzo przydatne.

Wykorzystane ono zostało przy produkcji urządzeń o dużych wymaganiach dla przemysłu chemicznego, rafinerii, aparatury dla przemysłu spożywczego, sprzętu medycznego i innych.

#### 1. Wymagania techniczne co do jakości produkowanych urządzeń

Wymagania techniczne co do jakości produkowanych urządzeń, a więc dotyczące konstrukcji, procesu technologicznego, jakości materiałów, czystości powierzchni i badań kontrolno-pomiarowych były bardzo duże ze względu na warunki w jakich pracują te urządzenia.

## 1.1. Wymagania dotyczące wymienników ciepła (wytwornice pary wodnej)

Wymagania materiałowe dotyczyły jakości stali stopowych, wytrzymałości mechanicznej, odporności na promieniowanie, korozję, erozję, a zawartość węgla nie powinna przekraczać 0,01%.

Po wykonaniu wymienniki ciepła były poddawane następującym próbom i kontrolom [2]:

- badania ultradźwiękowe;
- kontrola rentgenowska spawów, złącz;
- próby ciśnieniowe gazowe (helem);
- próby ciśnieniowe wodne;
- kontrola jakości powierzchni, usuwanie wtrąceń węglowych i tlenków.

Każda z tych operacji pociągała za sobą kolejne duże wymagania, np. przy próbach ciśnieniowych wodnych, aby zabezpieczyć przed korozyjnym działaniem chlorków wymagano. Aby stężenie chlorków w używanej do prób wody nie przekraczało 0,05 ppm (0,05 mg/dcm<sup>3</sup>).

Uzyskanie takiej wody w warunkach przemysłowych jest bardzo trudne i wymagało opracowania metody zabezpieczającej przed szkodliwym działaniem.

Wymagania jakości powierzchni zewnętrznych dotyczyły wtrąceń węglowych, tlenków metali, oczyszczania spawów, odpowiedniej chropowatości, zabezpieczenie przed korozją atmosferyczną oraz oceny stopnia czystości. Wymagania te wymusiły opracowanie metod chemiczno-mechanicznych oczyszczania powierzchni, doboru odpowiednich inhibitorów korozji oraz opracowania metody pomiaru stopnia czystości, a więc stopnia usunięcia wtrąceń węglowych i tlenków.

## 1.2. Wymagania dotyczące armatury

### 1.2.1. Zawory

Korpusy zaworów i grzybki uszczelniająco-regulujące wykonano jako odkuwki matrycowe ze stali austenitycznej, a następnie poddano obróbce skrawaniem. Wymagało to dużej precyzji przy wierceniu kanałów przelotowych, z użyciem wysokogatunkowych cieczy obróbkowych.

Wymagana była dokładna szczelność zaworów. Realizowano to przez precyzyjne docieranie powierzchni styku siedlisk i grzybów z użyciem wysokiej jakości past polerskich z wyeliminowaniem olejów mineralnych.

Duże wymagania stawiano obróbce powierzchniowej korpusu zaworów. Należało dokładnie usunąć zendrę z powierzchni zewnętrznej. Stanowiło to dużą trudność, ponieważ w czasie kucia matrycowego na gorąco powstająca zendra była silnie związana z podłożem, a jeszcze dodatkowym utrudnieniem był geometryczny kształt korpusów.

### 1.2.2. Zasuwy

Korpusy zasuw były wykonane jako odlewy ze staliwa stopowego. Po wybiciu masy formierskiej i rdzeniowej i wstępnym oczyszczaniu poddano je obróbce cieplnej. Następnie poddano je obróbce wykańczającej.

Aby sprostać wymaganiom jakości odlewów opracowano spoiwa do mas formierskich, udoskonalono technikę wykańczania odlewów (usuwanie układów wlewowych, szlifowanie). Dobrano optymalną granulację ścierniwa do końcowego oczyszczania powierzchni, w celu zapewnienia wymaganej chropowatości pod krzemianowo-cynkowe powłoki ochronne.

## 2. Rurociągi

Rurociągi wykonane były z grubościennych rur ze stali stopowych. Składają się one z prostych odcinków rur i profili (kolan) [3]. Kształtowanie profili odbywa się przez gięcie rur na gorąco. Podczas gięcia następuje zmiana kołowego przekroju poprzecznego i wymiarów rury. Wymagane jest aby odchyłki kształtu poprzecznego i wymiarów były jak najmniejsze. Nie zachowanie ciągłości kształtu przekroju i wymiarów sprzyja erozji i korozji oraz zwiększa opory przepływu.

Erozja i korozja oraz naprężenia własne stali wokół spoin są jedną z głównych przyczyn awarii w postaci pęknięcia rur i wydostawania się skażonej wody, pary na zewnątrz. Wprowadzenie giętarek ze strefowym nagrzewaniem indukcyjnym polepszyło zdecydowanie jakość rurociągów.

Odrębnym zagadnieniem jest usuwanie powstałej w czasie nagrzewania powierzchniowej zendry, szczególnie na powierzchniach wewnętrznych. Wprowadzenie udoskalonej techniki oczyszczania przez trawienie w kwasach z dodatkiem inhibitorów i oczyszczanie hydro-ścierne pozwoliło na uzyskanie wymaganego stopnia czystości.

## 3. Powłoki ochronne

Powłoki ochronne stosowano do zabezpieczenia przed korozją i promieniowaniem elementów konstrukcyjnych wykonanych ze stali węglowych jak np. obudowy przepustów. Do ich zabezpieczenia opracowano powłoki aluminiowo-epoksydowe. Zastosowano pigmenty metaloorganiczne zwiększające odporność na promieniowanie i korozję.

## 4. Podsumowanie

Na podstawie wąskiego przeglądu zagadnień związanych z energetyką jądrową uwidacznia się postęp naukowo – techniczny stymulowany dużymi wymaganiami. Rozwiązano wiele problemów. Wyszkolono wysokiej klasy fachowców i kadry naukowo – techniczne. Zdobyte doświadczenia okazały się przydatne w pokrewnych dziedzinach nauki i techniki przemysłowej.

## 5. Literatura

1. Warunki techniczne wykonawstwa i odbioru wymienników ciepła dla elektrowni jądrowej Temelin.
2. P. Maruszewski, Obróbka powierzchniowa wymienników ciepła reaktorów jądrowych. Inżynieria Powierzchni, 1/2004.
3. P. Maruszewski, Ograniczenie promieniowania wtórnego rurociągów stosowanych w elektrowniach jądrowych, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2/2007.