

Dr inż. Jerzy Trzeszczyński

Pro Novum — Katowice

POLEMIKI | Dyskusje

Czego jeszcze nie wiemy o uszkodzeniach walczków kotłów parowych?

Do jeszcze jednego sprawdzianu naszej wiedzy w odniesieniu do badań i oceny stanu technicznego walczków kotłów parowych sprowokował nas artykuł dra inż. Józefa Stefanowicza, zamieszczony w *WIT Biuletynie* [1]. Do polemiki z niektórymi tezami tego artykułu przystępowaliśmy z pewnymi oporami, gdyż *WIT Biuletyn* — jako „nieperiodyk merytoryczno-informacyjny” skierowany do stosujących metodę WIT — jest najprawdopodobniej nieznaną w środowisku Czytelników *Biuletynu Pro Novum*. Drugim powodem, który jeszcze bardziej studiuj nasze polemiczne zamiary, był promocyjno-reklamowy charakter samego artykułu. Z wymienionych względów treść naszej polemiki postanowiliśmy ograniczyć wyłącznie do problematyki związanej z oceną stanu technicznego walczków kotłów parowych. Aby z jednej strony przybliżyć treść artykułu [1], a z drugiej nie zniekształcić jego treści, postanowiliśmy główne jego tezy przedstawić w formie przedstawionej przez Autora.

„Rozerwanie walczków kotłowych” **

Główne tezy tego artykułu dra inż. J. Stefanowicza można przedstawić następująco.

1. Dotychczasowe badania poawaryjne zniszczonych walczków krajowych nie wniosły nic nowego do wiedzy na temat lawinowego wzrostu pęknięć w walczakach kotłów parowych; popełniono istotny błąd nie badając materiałów króćców.

2. Nie ma dowodów na to, że walczaki ulegają uszkodzeniom zmęczeniowym. To, że mogą być eksploatowane bardzo długo (konkluzja z narady w FK RAFAKO), jest na to dodatkowym dowodem.

3. Pęknięcia walczków miały swoją przyczynę w niskiej jakości materiałów króćców c.r.o. nie spełniającego kryterium WIT.

4. Nie można, nawet w sposób przybliżony, obliczyć rozmiarów wady krytycznej. Niemożliwe jest także ściśle zdefiniowanie kruchości materiału.

Przytoczone cytaty ilustrują główne tezy tego artykułu.

A. „Wykonane badania (po awariach walczków w EC III Łódź i Elektrowni Łaziska — przyp. red.) doczekały się prezentacji w artykule zamieszczonym w *Energetyce* 1991, nr 4 (*Biuletyn Pro Novum* — przyp. red.) i była to prawdopodobnie jedyna obszerniejsza na ten temat publikacja. Charakterystyczne dla tej publikacji jest to, że Autorzy (J. Dobosiewicz, E. Zbrońska-Szczuchura — przyp. red.) w zasadzie nie zajmują się problemem zniszczenia walczków w EC III w Łodzi oraz w Elektrowni Łaziska, co mogłoby sugerować wstęp do tego artykułu, a wzmiankują o tym tylko ogólnie, na tle innych tego rodzaju awarii, jakie wydarzyły się poza naszym krajem. Szkoda, bo krajowe badania prowadzono długo i z dużym zaangażowaniem środków. Brak omówienia uzyskanych wyników wykonanych badań powoduje, że praktycznie nie wzbogacono tu ogólnej wiedzy o przyczynach lawinowego rozprzestrzeniania się pęknięć, nie tylko przecież dotyczącego walczków kotłowych”.

B. „Wykonane badania (m.in. przez Autorów artykułu [2] — przyp. red.) nie potwierdzają, że w miarę upływu czasu eksploatacji w strukturze gromadzą się produkty zmęczenia (degradacji, zużycia?), a jednak we wnioskach główny nacisk kładzie się na czynności ograniczające zmęczenie materiału oraz badania ukierunkowane na ocenę »stopnia wyczerpania walczków«. Nie zwrócono niestety uwagi, że pęknięcia nowych walczków podczas prób wodnych już u producentów mogą sugerować, że wydarzenia, o których tu mowa, mogą mieć zupełnie innych rodowód niż eksploatacja i zmęczenie materiału”.

C. „Ujawniono, że na wewnętrznych powierzchniach króćców c.r.o. w obszarach wysokiej koncentracji naprężeń występuje siatka pionowych pęknięć, przy czym niektóre z nich osiągnęły już głębokość 6 mm. W ten sposób źródło pęknięć obu walczków zostało jednoznacznie zdefiniowane i badania wykonane w Łodzi zamykają łańcuch dowodowy, potwierdzając jednocześnie prawidłowość wykonanej analizy dla Elektrowni Łaziska. Należy dodać, że żadna z ekip »konwencjonalnych« badaniami króćców c.r.o. ich materiału w ogóle się nie zajmowała, przynajmniej nie ma takich śladów w sprawozdaniach (potwierdza to zresztą omówiony wcześniej artykuł), (...). Jak wspomniano już wielokrotnie, pęknięcia obu walczków miały swój początek w niskiej jakości materiału króćców c.r.o., nie spełniającego kryterium WIT”.

D. „Jest taki moment, w którym powstałe pęknięcie osiąga wymiary, od których jego rozwój ulega przyspieszeniu. Pęknięcia, od którego ten proces się zaczyna nazwano pęknięciem krytycznym. Praktycznie rzecz ujmując współczesna technika nie umożliwia, nawet w przybliżeniu, oszacowania wymiarów (poła) takiego pęknięcia. Może natomiast zdefiniować czynniki wpływające na jego wielkość w sposób jakościowy, bez próby oceny ilościowej (...). Podobnie jak nie można ściśle zdefiniować wielkości pęknięcia krytycznego dla danej struktury, tak również nie można ściśle zdefiniować kruchości materiału”.

E. „W styczniu 1993 r. w FK RAFAKO odbyła się narada poświęcona badaniom walczków kotłowych, w kontekście omawianych tu awarii i wyników badań poawaryjnych. Informacja, która do nas dotarła, o wynikach tej narady wskazuje, że główną jej konkluzją było stwierdzenie, iż praktycznie »walczaki są wieczne«. Oznaczałoby to, że w kraju zaczyna się odchodzić od nie bardzo mądrych, a zarazem kosztownych mniemań, iż walczaki kotłowe podlegają zmęczeniu małowyciecznemu”.

Zapobieganie katastrofalnym uszkodzeniom walczków kotłów parowych wg doświadczeń Pro Novum

I. Stan techniczny każdej konstrukcji — w tym także walczaka — zależy od:

a) cech uzyskanych podczas projektowania i wytwarzania:

- konstrukcji najbardziej wyteżonych węzłów,
- zastosowanych materiałów (gatunek, jakość),
- technologii wykonania i montażu;

b) warunków eksploatacji (czas i parametry pracy, sposób i poziom techniczny eksploatacji, poziom wykonywanych napraw i modernizacji).

** Tytuł artykułu [1] przyjęto jako tytuł rozdziału prezentującego poglądy firmy WITEX S.A.

ploatacji elementu jest wykonywanie okresowych badań diagnostycznych i ocen stanu technicznego, których celem jest:

- wykrycie ewentualnych pęknięć,
- określenie przyczyn wykrytych uszkodzeń,
- określenie struktury materiału w potencjalnych strefach zniszczenia,
- opracowanie prognozy dalszej eksploatacji.

Badania diagnostyczne i oceny stanu technicznego są wykonywane w ramach pewnego systemu wzajemnie zsynchronizowanych czynności (ogłędziny, badania nieniszczące, badania niszczące, obliczenia).

Wybór metod i zakresu badań jest dyktowany z merytorycznego punktu widzenia przede wszystkim analizą warunków pracy metalu.

III. Elementy urządzeń ciepłno-mechanicznych pracują w złożonych warunkach, na które składa się oddziaływanie:

- wysokiej temperatury,
- naprężeń statycznych,
- naprężeń zmiennych (mechanicznych i cieplnych),
- korozji,
- erozji.

Najczęściej występuje jednoczesne oddziaływanie dwóch lub większej liczby czynników. Warunki pracy metalu określa się na podstawie ruchowych i specjalnych pomiarów oraz oceny struktury materiału, składu chemicznego i grubości warstwy tlenków.

IV. Uszkodzenia mają najczęściej charakter lokalny, co wynika zarówno z cech geometrycznych konstrukcji, jak również z charakteru procesów cieplnych i mechanicznych.

Uszkodzenia zmęczeniowe, erozyjne i niektóre zmęczeniowo-korozyjne traktujemy jako naprawialne przy założeniu, że stan struktury w pozostałych częściach elementu nie wykazuje zmian dyskwalifikujących materiał (np. zmiany świadczące o silnie zaawansowanych procesach peizaniowych).

V. Warunki inicjacji i propagacji pęknięć zmęczeniowych i kruchych z dostateczną dla praktyki dokładnością opisuje mechanika pękania. Nie występują istotne dla praktyki problemy natury formalnej, znacznym utrudnieniem w niektórych przypadkach może być brak ścisłych danych materiałowych.

VI. Kruche, katastrofalne uszkodzenie elementu może nastąpić tylko wtedy, gdy:

- a) w materiale wystąpi inicjator w postaci pęknięcia,
- b) materiał (w otoczeniu inicjatora) znajdzie się w temperaturze poniżej temperatury przejścia w stan kruchy,
- c) w otoczeniu pęknięcia wystąpi pole naprężeń o intensywności pozwalającej na zapoczątkowanie wzrostu szczeliny.

Pęknięcie propaguje z prędkością rozchodzenia się dźwięku w materiale tak długo, jak wskutek wzajemnego oddziaływania własności materiału (K_{IC}), temperatury i geometrii elementu pęknięcie rozwija się w warunkach piaskiego stanu odkształcenia. Warunki katastrofalnego wzrostu pęknięcia można jednocześnie traktować jako uogólnioną definicję tzw. kruchości materiału.

U w a g a: Pęknięcie mogące zainicjować całkowite zniszczenie elementu może mieć charakter technologiczny — tj. powstać w procesie wytwarzania elementu, jego montażu lub naprawy — bądź eksploatacyjny (najczęściej wskutek zmęczenia ciepłno-mechanicznego).

Kto ma rację?

Z tekstu dra inż. J. Stefanowicza (cytat C) wynika, że ma ją wyłącznie autor. Chcielibyśmy jednak przedstawić kilka wątpliwości, wynikających, jak myślę, przede wszystkim z odmiennej naszej „filozofii” dotyczącej diagnostyki.

I. Jeśli stan techniczny urządzenia zależy od kilku czynników to trudno uznać, aby analiza jednej cechy materiału (kryterium WIT) wyjaśniała wszystko.

Wątpliwość tę zdaje się umacniać fakt, że badania konwencjonalne materiału króćca (walczak K-2 z Elektrowni Łaziska) wykonane przez Instytut Metalurgii Żelaza [2] nie potwierdzają tezy Autora o szczególnie kruchych cechach materiału tego elementu walczaka.

talu po wielu latach eksploatacji jest bezdyskusyjny. Negując jednak czy też minimalizując wpływ eksploatacji popełnia się wielki błąd. Zdecydowana większość uszkodzeń walczaków to pęknięcia zmęczeniowe i korozyjno-zmęczeniowe. Naprężenia ciepłno-mechaniczne i warunki wodne decydują o tempie inicjacji i wzrostu pęknięć.

Wykonywanie obliczeń stopnia wyczerpania trwałości czy też trwałości resztkowej ma sens, dyskutować można jedynie nad dokładnością i przydatnością poszczególnych metod (opisanych zresztą w normach TRD, GOST, ASME).

Z faktu, że wystąpiły całkowite zniszczenia walczaków bezpośrednio u producenta (cytat B) Autor czyni dowód uzasadniający jego tezę o wpływie stanu materiału w stanie wyjściowym i braku wpływu czynników eksploatacyjnych. Naszym zdaniem świadczy to wyłącznie o tym, że w walczaku były wady — w tym nieciągłości materiałowe — o rozmiarach krytycznych, powstałe bądź w samym procesie wytwarzania (wskutek błędów technologicznych), bądź podczas niedostatecznej kontroli jakości.

3. Wieloletnie doświadczenia naszej firmy i jeszcze dłuższe (kilkudziesięcioletnie) naszych specjalistów nie potwierdzają tezy Autora, że przyczyną wszelkich poważnych kłopotów z walczakami jest „kruchy stan króćców ze stali 16M”, a wyłącznie nich powierzchnia wewnętrzna jest uprzywilejowanym miejscem inicjowania pęknięć.

W przypadku walczaków mających centralne rury opadowe pierwsze pęknięcia pojawiały się w spoinach króćciec—płaszcz walczaka i były bez wątpienia wywołane czynnikami konstrukcyjnymi (nadmierne „przesztywnienie” węzła) oraz technologicznymi (wady spawalnicze). Pęknięcia zmęczeniowe, inicjujące całkowite zniszczenie walczaka w Elektrowni Łaziska, zostało także zlokalizowane w spoinie centralnej rury opadowej.

4. Wiele fragmentów tekstu wskazuje, że Autorowi są znane metody i kryteria mechaniki pękania. Tym bardziej niezrozumiałe wydaje się stwierdzenie (cytat D), że nawet w przybliżeniu nie można oszacować rozmiarów wady krytycznej jak również, że nie jest możliwe zdefiniowanie kruchości materiału.

Zakładając, że w obydwu przypadkach Autorowi chodzi o oszacowanie i definicje przydatne w praktyce można wskazać obecnie kilkaset pozycji bibliograficznych (w tym także normy), w których zagadnienia te zostały opisane. Być może bierze się to z faktu, że Autor w sposób dość osobliwy pragnie modyfikować wymienioną dziedzinę nauki. Mogłyby świadczyć o tym takie określenia użyte w artykule, jak m.in. „karb udarnościowy w obszarze króćca”, „fala mechaniczna rozsadzająca króćciec”, „wał naprężeniowy” etc.

Na koniec próba wyjaśnienia zarzutów dotyczących artykułu [3]. Autor segeruje, że nie wnosi on nic nowego, jeśli chodzi o wyjaśnienie przyczyn całkowitych zniszczeń walczaków w EC III Łódź i Elektrowni Łaziska. Trzeba przyznać, że Autor w tym przypadku częściowo ma rację. Głównym celem artykułu [3] było pokazanie, że tego typu awarie to problem występujący od dawna, a analizując to zagadnienie w kraju nie należy „odkrywać Ameryki” po raz kolejny. To, że ciągle tego typu awarie zdarzają się świadczy o tym, że przyczyny występowania krytycznych uszkodzeń mogą być różne (wytwarzanie, montaż, eksploatacja, naprawy) i że nie zawsze można je w odpowiednim momencie wykryć.

Wpływu materiału (gatunek, jakość) pomijać nie można. Sprowadzenie jednak całego problemu uszkodzeń walczaków, w tym także katastrofalnych, do jakości materiału króćca jest nadmiernym uproszczeniem prowadzącym do błędnych wniosków.

LITERATURA

- [1] Stefanowicz J.: Rozzerwania walczaków kotłowych. WIT-Biuletyn nr 1 [1], marzec 1994
- [2] Ocena własności materiału walczaka kotła nr 1 Elektrowni Łaziska. Sprawozdanie IMZ N-5728
- [3] Zbrońska-Szczechura E., Dobosiewicz J.: Całkowite zniszczenie walczaków kotłów parowych. Energetyka 1991, nr 4

panum