

Zmęczenie cieplno – mechaniczne zachodzące z udziałem odkształceń sprężysto-plastycznych jest podstawowym mechanizmem zniszczenia bardzo wielu elementów eksploatowanych w podwyższonych temperaturach. Do takich elementów można zaliczyć między innymi: kotły elektroenergetyczne, rury kotłowe, przegrzewacze, elementy silników, matryce kuźnicze itp. Temperatury eksploatacji dla stali, z których wykonywane są te elementy dochodzą do 600 °C.

Podstawą przewidywania trwałości zmęczeniowej tego typu elementów jest znajomość podstawowych charakterystyk niskocyklowych tych materiałów uzyskanych w temperaturach podwyższonych. Charakterystyki te wyznaczane są najczęściej dla tzw. okresu stabilizacji własności cyklicznych. Jeśli okres ten nie występuje, charakterystyki te określa się z okresu odpowiadającego połowie trwałości zmęczeniowej. Nie uwzględniają one zatem występujących podczas niskocyklowego zmęczenia wzajemnych interakcji obciążenia i temperatury oraz ich wpływu na przebieg właściwości niskocyklowych. Powoduje to, że wyniki obliczeń i badań trwałości zmęczeniowej elementów konstrukcyjnych poddanych obciążeniu zmiennemu w temperaturach podwyższonych cechuje znaczny rozrzut. Niezbędną dla tych elementów wymaganą niezawodność uzyskuje się najczęściej przez dobór odpowiednio wysokich współczynników bezpieczeństwa.

Obliczenia trwałości zmęczeniowej elementów konstrukcyjnych wiążą się z zagadnieniem sumowania uszkodzeń zmęczeniowych i koniecznością przyjęcia odpowiedniej hipotezy kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych. Ze względu na zjawiska umocnienia czy osłabienia materiału, które występują podczas niskocyklowego zmęczenia metali oraz niejednokrotnie brak wyraźnego okresu stabilizacji właściwości cyklicznych, analiza procesu kumulacji uszkodzeń staje się trudna już podczas obliczeń trwałości elementów konstrukcyjnych poddanych obciążeniom zmiennym w temperaturach pokojowych. Komplikuje się ona jednak istotnie, gdy proces rozwoju uszkodzeń przestaje zależeć jedynie od właściwości materiałowych czy programu obciążenia, a na jego przebieg zaczyna wpływać zmienna temperatura otoczenia. Występujące wówczas zmiany właściwości cyklicznych materiału są wynikiem interakcji procesów charakterystycznych dla niskocyklowego zmęczenia mechanicznego oraz zmęczenia cieplnego. W praktyce dla obydwu rodzajów zmęczenia przyjmuje się najczęściej te same modele obliczeniowe. Nie jest jednak możliwe zastosowanie ich do wszystkich metali. Zmiany temperatury mogą bowiem wywoływać zarówno zmiany właściwości mechanicznych, jak również zmiany struktury materiału. Ponadto prędkość odkształceń na skutek impulsów cieplnych jest najczęściej mniejsza od prędkości odkształceń mechanicznych.

Jedną z przyczyn niezadowalającej skuteczności obecnych metod szacowania trwałości elementów konstrukcyjnych poddanych obciążeniom zmiennym w podwyższonych temperaturach jest z pewnością nieuwzględnianie podczas obliczeń występujących w materiale zmian właściwości cyklicznych. Na podstawie niskocyklowych badań zmęczeniowych przeprowadzonych w temperaturze pokojowej stwierdzono, że uwzględnienie tego faktu podczas obliczeń trwałości zmęczeniowej pozwala znacznie zmniejszyć występujące rozbieżności wyników obliczeń i badań. Biorąc pod uwagę, że w temperaturach podwyższonych zakres zmian właściwości cyklicznych może być niejednokrotnie większy można założyć, że uwzględnienie tego faktu przyczyni się również do poprawy zgodności wyników obliczeń i badań.

**Problemem badawczym** projektu jest ilościowy i jakościowy opis (konstrytuwny i numeryczny) zmian właściwości cyklicznych stali konstrukcyjnej podczas obciążenia zmiennego w temperaturach podwyższonych, a jego **istotą** jest odpowiedź na pytanie, czy przebieg tych zmian można przewidywać na podstawie wyników badań normatywnych (stałoaamplitudowych)? Przeprowadzone badania wstępne oraz doniesienia literaturowe pozwalają postawić tezę, że możliwość taka istnieje. Sformułowanie wniosków o charakterze ogólnym wymaga przeprowadzenia badań porównawczych w warunkach obciążenia stałoaamplitudowego i nieregularnego w zróżnicowanych temperaturach.

**Celem naukowym** projektu jest rozwinięcie modelowania konstytutywnego materiałów poddanych obciążeniu zmiennemu w warunkach temperatur podwyższonych.

**Efektom końcowym** projektu będzie nowy model konstytutywny materiału poddanego zmęczeniu niskocyklowemu w zmiennym polu temperatur, w którym proces kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych w sposób naturalny powiązany zostanie z przebiegiem ewolucji własności cyklicznych materiału w warunkach zmiennej temperatury.