

STRESZCZENIE

Na światowym rynku energii obserwuje się przechodzenie z paliw kopalnych na źródła odnawialne. Jednak popyt na energię ze źródeł konwencjonalnych utrzymuje się, a węgiel nadal odgrywa znaczącą rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego. W ciągu najbliższych 10-15 lat spodziewany jest „przejściowy renesans” węgla. Ponieważ elektrownie dostosowują się do zwiększonej liczby rozruchów i odstawień, pogarszanie właściwości materiału, szczególnie w warunkach pełzania, staje się problemem przy ocenie bezpiecznej eksploatacji i przewidywaniu trwałości części i elementów bloków energetycznych.

Niniejsza rozprawa ma na celu zbadanie charakterystyki pęknięcia wybranego materiału stosowanego w blokach elektrowni wytwarzających energię elektryczną, po długim okresie eksploatacji w warunkach pełzania w wysokiej temperaturze. Eksperymentalne i numeryczne badanie zostało przeprowadzone na elementach stalowych o ponad 100 000 godzinach pracy w celu oceny odporności na pęknięcie. Współczynnik intensywności naprężenia został przeanalizowany przy użyciu geometrii rozciąganej próbki łukowej.

Konstrukcje inżynierskie podlegają pękaniu w trybie mieszanym ze względu na orientację kąta pęknięcia lub istniejące naprężenie wieloosiowe. W związku z tym właściwe jest zbadanie zachowania i mechanizmu pęknięcia stali żaroodpornej pod obciążeniem w trybie mieszanym. Bezkontaktowe pomiary za pomocą cyfrowej korelacji obrazu zostały wykorzystane do pomiaru odporności na pęknięcie pod obciążeniem w trybie mieszanym przy użyciu próbek SENT.

Przeprowadzono kompleksowe eksperymentalne starzenie izotermiczne i przyspieszoną degradację poprzez pełzanie w wysokiej temperaturze, w celu zbadania wpływu starzenia i degradacji termicznej na zmianę odporności na pęknięcie stali kotłowej.

Wyniki wskazują, że odporność na pęknięcie różni się w zależności od elementów konstrukcyjnych, przy czym komora zaworu wykazuje większą wytrzymałość niż sekcje rurociągu. Analiza porównawcza próbek SENT i AT dostarczyła dalszych informacji na temat zachowania podczas pęknięcia w różnych warunkach. Wyniki badania wskazują na potrzebę dodatkowej oceny wytrzymałościowej, takiej jak analiza elementów skończonych (MES) w połączeniu z testami pełzania i testami wysokotemperaturowymi, w celu przewidywania pozostałej trwałości elementów kotła oraz poprawy jego bezpieczeństwa użytkowania.

Badania te prezentują krytyczny wgląd w trwałość kotłów wytwarzających energię elektryczną, pomagając operatorom kotłów w ocenie nośności, potencjalnych zagrożeń i strategii konserwacji. Charakteryzując degradację materiału poprzez równowagową analizę metalurgiczną, wyniki badań przyczyniają się do zapewnienia odporności bloków energetycznych w obliczu zmieniających się przemian w sektorze energetycznym.

Ponadto czynią opisane badania wykorzystując zaawansowane metody eksperymentalne i numeryczne do oceny obniżenia odporności na pęknięcie stali 14MoV6-3, kluczowego, tradycyjnego materiału w wielu istniejących elektrowniach. W pracy przebadano materiał w stanie nowym oraz zdegradowane poprzez przyspieszone pełzanie i starzenie izotermiczne, symulujące rzeczywiste warunki pracy. Zbadano trzy etapy degradacji i co najmniej trzy kąty nachylenia karbu, aby zapewnić kompleksowe zrozumienie zachowania podczas pęknięcia.