

Wpływ cyklicznych obciążeń cieplnych na nośność połączeń klejowych czopowych walcowych

STRESZCZENIE

Połączenia klejowe czopowe walcowe coraz częściej stosowane są jako węzły konstrukcyjne w maszynach i urządzeniach. Jednym z zastosowań tego typu połączeń klejowych są izolatory kompozytowe wsporcze napowietrzne, w których klejone są okucia wykonane ze stopu aluminium z rdzeniem wykonanym ze szkła epoksydowego. Kompozytowe izolatory wsporcze napowietrzne obciążone są w warunkach eksploatacyjnych zmiennymi obciążeniami mechanicznymi oraz cieplnymi. Wyniki badań zmęczeniowych izolatorów kompozytowych przedstawiono w kilku publikacjach, natomiast rzadko spotyka się wyniki badań wytrzymałościowych izolatorów kompozytowych poddanych cyklicznym zmianom temperatury wywołanych w sposób naturalny poprzez starzenie naturalne bądź też przez szoki termiczne.

Celem pracy było określenie wpływu cyklicznych obciążeń cieplnych naturalnych oraz sztucznych na właściwości wytrzymałościowe połączeń klejowych czopowych walcowych wykonanych ze stopu aluminium i kompozytu szkło-epoksydowego wzorowanego na połączeniu występującym w konstrukcji izolatorów wsporczych napowietrznych stosowanych w sieciach wysokiego i bardzo wysokiego napięcia.

Wyniki badań wpływu cyklicznych obciążeń cieplnych naturalnych na właściwości wytrzymałościowe połączeń klejowych czopowych walcowych wykonanych ze stopu aluminium i kompozytu szkło-epoksydowego wykazały, że sezonowanie połączeń utwardzanych w temperaturze pokojowej rozpoczynające się w okresie letnim, po upływie 6 miesięcy spowodowało wzrost ich nośności o 11,9%, natomiast sezonowanie rozpoczynające się w okresie zimowym, po pół roku nie spowodowała istotnych zmian nośności. Wydłużanie czasu sezonowania do roku i 2 lat nie wywołało istotnych statystycznie zmian nośności połączeń utwardzonych w temperaturze pokojowej. Natomiast nośność połączeń poddanych obróbce cieplnej (dotwarzaniu) wraz wydłużaniem czasu sezonowania zmniejszyła się o 17,4%, po pół roku sezonowania, po roku spadek wynosił 21,3% a po dwóch latach 23,9%.

Badania wpływu cyklicznych obciążeń cieplnych sztucznych (szoków termicznych w zakresie temperatur $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ oraz $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$) na właściwości wytrzymałościowe połączeń czopowych walcowych o grubościach spoiny klejowej 0,025 mm, 0,075 mm i 0,125 mm

wykazały, że szoki termiczne powodują wzrost nośności o $5,26\% \div 6,17\%$. Zmiana ilości cykli obciążeń cieplnych od 50 do 150 cykli nie wykazały istotnych statystycznie zmian nośności badanych połączeń klejowych, co potwierdziła analiza znaczących różnic wykonana testem-t.

Badania eksperymentalne uzupełnia symulacja numeryczna stanu naprężeń w spoinie klejowej połączeń klejowych czopowych walcowych w temperaturach $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ oraz $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, którą wykonano metodą elementów skończonych z wykorzystaniem oprogramowania ABAQUS/Standard. Badania symulacyjne wykazały, że na wartość naprężeń ma wpływ grubość spoiny klejowej. Przykładowo wartość naprężeń promieniowych w spoinie klejowej o grubości $0,025\text{ mm}$ w temperaturze $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ wynosi w strefie przykrawędziowej $4,136\text{ MPa}$ a w temperaturze $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $5,525\text{ MPa}$, zaś w spoinie klejowej grubości $0,125\text{ mm}$ naprężenia obwodowe przyjmują odpowiednio wartości $11,939\text{ MPa}$ oraz $14,691\text{ MPa}$. Wartość naprężeń osiowych w spoinie klejowej o grubości $0,025\text{ mm}$ w temperaturze $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ wynosi w strefie przykrawędziowej $-20,898\text{ MPa}$ a w temperaturze $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $-44,421\text{ MPa}$, zaś w spoinie klejowej grubości $0,125\text{ mm}$ naprężenia osiowe przyjmują odpowiednio wartości $-14,009\text{ MPa}$ oraz $-25,255\text{ MPa}$.

Przeprowadzone badania wykazały występowanie wpływu cyklicznych obciążeń cieplnych naturalnych oraz sztucznych na właściwości wytrzymałościowe połączeń klejowych czopowych walcowych wykonanych ze stopu aluminium i kompozytu szkło-epoksydowego.