

Streszczenie

Erozja cząstkami stałymi to złożone zjawisko związane z cyklicznymi uderzeniami cząstek stałych, które znajdują się w ciekłym medium, o erodowaną powierzchnię. Celem naukowym pracy była analiza wpływu intensywności obciążeń erozyjnych (prędkość obrotowa i kąt uderzenia) na stale konstrukcyjne X10CrAlSi18, S235JR, S355J2 i AISI 304 w stanie dostawy oraz po obróbce cieplnej. Rozprawa ukierunkowana była na rozszerzenia zakresu wiedzy na temat odporności erozyjnej stali jednofazowych oraz dwufazowych z naciskiem na stale ferrytyczne i ferrytyczno-perlityczne.

Praca składa się z dwóch zasadniczych części. W części pierwszej przedstawiono przegląd literatury charakteryzując aktualny stan wiedzy dotyczący stanowisk pomiarowych, czynników wpływających na zużycie erozyjne, mechanizmów erozji, modeli zużycia erozyjnego oraz metod zwiększenia odporności erozyjnej. Część druga zawiera tezę, cele i zakres rozprawy, opis stanowiska pomiarowego, dobór parametrów badań erozyjnych, charakterystykę badanych materiałów, opis metodyki badań, a także wyniki, dyskusję oraz wnioski końcowe.

Zbadana została mikrostruktura wybranych stali konstrukcyjnych, twardość oraz parametry chropowatości R_a i R_z . Prędkość uderzenia cząstek stałych o erodowaną powierzchnię była kontrolowana przez prędkość obrotową układu mieszającego stanowiska pomiarowego. Badania przeprowadzono przy trzech prędkościach obrotowych: 562 obr/min, 787 obr/min i 1012 obr/min oraz dwóch kątach uderzenia: 30° i 90° . Wzrost prędkości obrotowej prowadził do wzrostu szybkości erozji, natomiast wyższe ubytki masy przy kącie uderzenia 30° dla wszystkich badanych stali wykazały dominację odkształceń plastycznych. Szybkość erozji ogólnie przedstawia zależność potęgową od prędkości uderzenia (prędkości obrotowej). Udowodniono, że wykładnik potęgowy prędkości jest ściśle związany z własnościami materiałowymi badanych stali, a jego zakres dla metali i stopów powinien zostać zwiększony. Twardość oraz wydłużenie procentowe (plastyczność) badanych stali miały znaczny wpływ na odporność erozyjną. Na twardość końcową oraz wykładnik potęgowy twardości istotnie wpływała prędkość obrotowa. Badania erozyjne ujawniły, że wyznaczanie względnej zmiany wartości mikrotwardości (ΔH) w celu określenia odporności erozyjnej było odpowiednie dla stali jednofazowych (ferrytycznej i austenitycznej). Podczas cyklicznych uderzeń cząstkami stałymi w erodowane powierzchnie doszło do powstania zgniotu i umocnienia warstwy wierzchniej. Wzrost głębokość umocnienia oraz spadek stosunku twardości cząstek stałych do twardości badanych stali (H_p/H_t) wykazały zmniejszenie szybkości erozji. Wzrost stosunku granicy plastyczności do wytrzymałości na rozciąganie (R_e/R_m) reprezentował spadek energii kinetycznej cząstek stałych pochłoniętej w wyniku zderzenia z badanymi materiałami, a tym samym słabsze umocnienie warstwy wierzchniej. Wzrostowi

szybkości erozji towarzyszył wykładniczy wzrost stosunku R_e/R_m . Parametry chropowatości powierzchni (R_a i R_z) nie przedstawiały jednoznacznego trendu w stosunku do szybkości erozji, gdzie na uzyskane wyniki parametrów R_a i R_z zasadniczo wpłynęła liczba kraterów i wyłuszczeń na erodowanych powierzchniach. Niemniej jednak wzrost prędkości obrotowej oraz kąta uderzenia przyczynił się do wzrostu parametrów R_a i R_z , zaś twardość erodowanych stali do ich spadku. Stale jednofazowe uzyskały lepszą odporność erozyjną w porównaniu do stali dwufazowych. Wzrost wielkości ziarna badanych stali przyczynił się do zwiększenia szybkości erozji. Parametr efektywności erozyjnej η wykorzystano w celu scharakteryzowania mechanizmu erozji, czy materiał z erodowanej powierzchni usuwany był w głównej mierze poprzez odkształcenia plastyczne czy kruche pękanie. Przeprowadzone badania wykazały, że parametr η w przypadku kąta uderzenia 90° dobrze koreluje z uzyskanymi wynikami eksperymentalnymi, natomiast przy kącie 30° , parametr η nie sprawdza się dla stali ferrytyczno-perlitycznych. Ponadto wzrost prędkości obrotowej spowodował wzrost parametru η oraz wzrostowi parametru η przypisano spadek odporności erozyjnej. Dodatkowo wykonano walidację modeli erozyjnych. Wykazano potrzebę opracowania nowego modelu uwzględniającego np. inny zakres wykładnika potęgowego prędkości, chropowatość powierzchni, stosunek granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie, a także czas oddziaływania cząstek stałych na erodowaną powierzchnię.