

Stal austenityczna 316L należy do grupy stali specjalnych szeroko stosowanych w silnie agresywnych środowiskach, ze względu na swoje doskonałe właściwości antykorozyjne. Od strony technologicznej stal 316L należy do grupy materiałów trudnoobrabialnych, a jej powszechne zastosowanie często wymaga nadawania elementom z niej wykonywanych złożonych, skomplikowanych kształtów. W klasycznym ujęciu wymaga to zastosowania wieloetapowej obróbki kształtującej materiał wsadowy do postaci wyrobu. Alternatywnym podejściem do kształtowania wyrobów ze stali 316L jest zastosowanie laserowych technik przyrostowych, pozwalających na wytworzenie w pełni funkcjonalnych wyrobów w jedno (gotowy wyrób) lub dwuetapowym (po uzupełnieniu o obróbkę wykańczającą) procesie. Jednakże, jak wskazują doniesienia literaturowe i dotychczasowe wyniki badań własnych, elementy wytworzone ze stali 316L za pomocą laserowych technik przyrostowych, charakteryzują się nietypową, dwufazową strukturą austenityczno – ferrytyczną, która zasadniczo nie pogarsza ich właściwości wytrzymałościowych.

Zasadniczym celem naukowym projektu jest analiza i opis mechanizmu destabilizacji austenitu oraz lokalnej przebudowy fazowej w cienkościennych i masywnych elementach wytwarzanych ze stali austenitycznej 316L przy zastosowaniu ściśle kontrolowanego, wieloparametrycznego procesu laserowego wytwarzania przyrostowego typu LENS (Laser Engineered Net Shaping). Analizie poddany zostanie również wpływ przebudowy strukturalnej stali 316L z jednofazowej do postaci dwufazowej, austenityczno – ferrytycznej, na jej wybrane właściwości mechaniczne oraz odporność korozyjną. Ultraszybkie chłodzenie, charakterystyczne dla procesów laserowego przetapiania proszków, przy przemieszczającym się, punktowym źródle ciepła powoduje, że warunki termodynamiczne w trakcie procesu są silnie nierównowagowe. Stąd też konwencjonalne opisy mechanizmów i zjawisk zachodzących w czasie laserowego nanoszenia/budowania elementów części maszyn nie mogą być bezpośrednio zastosowane do opisu mechanizmu powstawania struktury dwufazowej.

Identyfikacja i opis przemian fazowych towarzyszących wytwarzaniu elementów ze stali 316L za pomocą innowacyjnej metody LENS, w połączeniu z analizą profilu temperaturowego jeziora ciekłego metalu wraz obliczeniami szybkości chłodzenia i komplementarną analizą strukturalną badanego materiału to elementy nowatorskiego charakteru proponowanych badań. Kompleksowy program badań pozwoli na pełną charakterystykę, zarówno materiału wsadowego w postaci proszku stopowego stali austenitycznej 316L, jak i materiału elementów kształtowanego laserową techniką przyrostową, z określeniem ścisłej korelacji pomiędzy parametrami procesu, a uzyskaną strukturą i właściwościami wytrzymałościowymi. W oparciu o uzyskane wyniki analizy strukturalnej oraz zarejestrowane w trakcie wytwarzania profile temperaturowe jeziora ciekłego metalu i oszacowane na ich podstawie wartości szybkości chłodzenia dla danych warunków technologicznych, możliwe będzie opisanie zjawisk i mechanizmów poprzedzających topienie a następnie krystalizację, warunkujących powstawanie struktury jedno – lub dwufazowej w stali 316L.

Dla osiągnięcia przedstawionego celu pracy i weryfikacji postawionej hipotezy badawczej wykorzystany zostanie proces laserowego kształtowania przyrostowego LENS (Laser Engineered Net Shaping). Metoda ta należy do dynamicznie rozwijających się, wspomaganych komputerowo, technik kształtowania konstrukcyjnych i funkcjonalnych elementów z proszków metalicznych, metalo-ceramicznych i ceramicznych. Proszek wsadowy podawany jest bezpośrednio w ognisko wiązki laserowej, gdzie następuje jego przetopienie i punktowe naniesienie na podłoże lub uprzednio wybudowaną warstwę. Kształt powstającego wyrobu jest bezpośrednim odwzorowaniem modelu 3D-CAD, generowanego za pomocą dowolnego programu wspomagającego proces projektowania. Technologia LENS umożliwi współbieżne kształtowanie mikrostruktury i geometrii budowanego detalu poprzez precyzyjne sterowanie: składem ilościowym i parametrami morfologicznymi podawanych proszków, średnicą ogniska i mocą lasera oraz posuwem stołu roboczego. Obejmuje ona jeden (gotowy wyrób) lub najwyżej dwa etapy procesowe (półfabrykat wymagający obróbki wykańczającej) oraz nie wymaga narzędzi i przyrządów kształtujących wyrób, co przekłada się bezpośrednio na elastyczność, efektywność i ekonomię procesu.