

Streszczenie

Temat pracy: Optymalizacja procesu sterowania pociskiem raketowym wyposażonym w gazodynamiczny moduł sterujący.

Celem pracy było opracowanie algorytmu sterowania pociskiem raketowym typu ziemia-ziemia wyposażonym w gazodynamiczny moduł sterujący, składający się z zestawu silników korekcyjnych na stały materiał pędny, który zapewniłby trafienie w cel naziemny o znanych współrzędnych z wymaganą dokładnością i wykorzystał w tym celu minimalną ilość energii. Algorytm ten miał opierać się o bazę danych rozwiązań uzyskanych w procesie optymalizacji, a sterowanie miało odbywać się w pętli otwartej z korekcją w ostatniej fazie lotu. W ramach prac opracowano matematyczny model rakiety, który został zweryfikowany oraz zwalidowany wykorzystując dane i wyniki testów lotnych opracowanej na PW rakiety RPT ORION. W celu rozwiązania postawionego zagadnienia opracowano specjalną procedurę optymalizacji. Układ sterowania uproszczono do postaci dwóch ciągłych parametrów sterujących. Optymalizację przeprowadzano z użyciem oprogramowania IPOPT. Sprawdzono działanie dwóch metod: bezpośredniej i pośredniej. W pierwszej metodzie zagadnienie to traktowano jako problem optymalizacji nieliniowej, a w drugiej gradient funkcji kosztu wyznaczono korzystając z teorii sterowania optymalnego pod postacią Zasady Maksimum Pontryagina. Niezbędne gradienty i jakobiany obliczano stosując metodę automatycznego różniczkowania wykorzystując pakiet ADOL-C. Uzyskane w procesie optymalizacji przebiegi czasowe parametrów sterujących zamieniano w procedurze dyskretyzacji na czasy i kierunki odpaleń silników korekcyjnych. Przeprowadzając te obliczenia dla wielu warunków początkowych opracowano bazę danych rozwiązań składającą się z sekwencji odpaleń silników korekcyjnych oraz odpowiadającej im trajektorii referencyjnej. Opracowano docelowy algorytm sterujący oraz przedstawiono wyniki jego działania. Potwierdzono, że pozwala on na znaczącą redukcję dyspersji miejsc upadku względem klasycznych metod sterowania.

Słowa kluczowe: symulacja, sterowanie optymalne, rakiety