

Analiza kriterijev za določanje TNT ekvivalenta

Robert Panowicz* – Marcin Konarzewski – Michał Trypolin
Tehniška vojaška univerza, Oddelek za strojništvo, Poljska

Napovedovanje pojavov z numerično analizo je vedno povezano z določenimi izzivi. Pri modeliranju obtežbe konstrukcij zaradi udarnih valov tako poseben izziv predstavljata določanje oblike tlačnega impulza in izbira metode za opis njegovega vpliva na konstrukcijo. Pri določanju parametrov udarnega vala se najpogosteje uporablja programska oprema ConWep (angl. *Conventional Weapon Effects*, učinki klasičnih orožij), ki deluje na podlagi eksperimentalno določenih odvisnosti. Težave nastopijo, kadar eksplozivna snov ni TNT ali kadar polnitev ni sferične oblike, saj v ConWep-u ni ustreznih podatkov. Pri simulacijah drugih eksplozivnih snovi se zato uporablja t. i. TNT ekvivalent oz. masa TNT-ja, ki bi povzročila enakovreden udarni val. Na voljo je več metod za računanje TNT ekvivalenta, nobena od njih pa ni dokončna. V članku so preverjene različne metode za določanje TNT ekvivalenta za določitev najnatančnejše metode za prihodnjo rabo.

Z enačbami za določitev TNT ekvivalenta, ki so opisane v študiji, je bila določena masa polnitev TNT-ja za numerično analizo ConWep. V naslednjem koraku so bili primerjani numerični rezultati simulacije odklona balističnega nihala zaradi delovanja udarnega vala po dveh metodah. Prva metoda, ki je validirana in uporabljena kot referenčna metoda, uporablja ALE s pristopom FSI. Druga, aproksimativna metoda uporablja pristop ConWep s predhodno določeno maso TNT-ja. Numerična analiza je bila opravljena po metodi končnih elementov z eksplicitno integracijo. Avtorji so v ta namen uporabili programsko opremo LS-Dyna. Numerična analiza je bila opravljena za eksplozivno polnitev kroglaste in valjaste oblike z maso 50 g, oddaljenost eksploziva od nihala pa je bila od 25 cm do 45 cm. Pred analizo je bila opravljena validacija numeričnega modela balističnega nihala, ustvarjenega s pomočjo ALE in pristopa FSI. Ugotovljeno je bilo dobro ujemanje z rezultati eksperimentov. Sprednji del nihala je bil med eksperimentom dinamično obremenjen z udarnim valom, ki ga je povzročila detonacija eksploziva. V preizkusih je bil uporabljen eksploziv Semtex A1 cilindrične oblike z maso 50 g ter razmerjem med dolžino in premerom 1. Polnitve so bile postavljene na lahko stojalo iz stiroporja na oddaljenosti 30 cm in 35 cm od nihala, merjeno od prednje plošče nihala do prednjega dela eksploziva.

Raztros vrednosti odklona nihala je bil v vseh obravnavanih primerih bistveno večji pri manjših kot pri večjih oddaljenostih. Preizkusi so pokazali, da je napaka ocene TNT ekvivalenta le pri metodi tlačnega impulza manjša od 20 %, kar se ujema z rezultati dela. Napaka je manjša takrat, ko je eksplozivna polnitev sferične oblike, v ostalih primerih pa je treba upoštevati, da se velikost napake začne pri 40 %. Največjo natančnost pri računanju TNT ekvivalenta torej ponuja omenjena metoda tlačnega impulza. Uporabniki morajo upoštevati, da gre še vedno le za grobo oceno vedenja eksploziva in da je zato treba računati z napakami.

Ključne besede: TNT ekvivalent, ConWep, udarni val, eksploziv, ALE, MKE