

Konceptualna zasnova in preliminarna analiza konstrukcije satelita za lovljenje asteroidov z napihljivo košaro

Alessandro Ceruti^{1,*} – Siro Pettenuzzo² – Marco Tuveri³

¹ Univerza v Bologni, Oddelek za industrijski inženiring – DIN, Italija

² Univerza v Bologni, Fakulteta za tehniko in arhitekturo, Italija

³ Univerza v Bologni, Medoddelčno središče za industrijske raziskave v aeronavtiki, Italija

Narejenih je bilo že več študij na temo misij s človeško posadko, katerih cilj naj bi bil uloviti asteroid in ga preusmeriti v nizko zemeljsko orbito. Takšne študije so uporabne za razvoj tehnologij za preusmerjanje asteroidov, ki bi lahko udarili v zemljo, kakor tudi za preučevanje mineralne sestave teles, ki prihajajo iz globin vesolja. Uresničljivost takšnih vesoljskih misij so dokazale študije Keckovega instituta in agencije NASA. Osnovna zamisel Keckovega dela je ulov asteroida premera 7 metrov s pomočjo orbitalnega satelita z napihljivo konstrukcijo, ki se v vesolju razširi in obda skalo. Za transport takšnega satelita v orbito bi bilo primernih več vesoljskih plovil premera 4 m do 4,5 m. Omejitev velikosti nosilnih raket je spodbuda za razvoj razširljivih ali napihljivih naprav za aplikacije v vesolju, ki zahtevajo velike konstrukcije. Vse te konceptualne študije pa zahtevajo tudi podrobnejšo zasnovo profila misije, sistemov, opreme in konstrukcije takšnega satelita. Članek obravnava tretji vidik – zasnova konfiguracije in konstrukcije satelita zahteva inovativen proces projektiranja in dimenzioniranja napihljivega dela satelita. Namen predstavljenega dela je opis metodologije konstruiranja in simulacije vedenja napihljivega dela satelita po metodi končnih elementov (MKE).

Problem, ki ga je treba razrešiti, je razvoj metodologije za poglobljeno zasnovo napihljivega dela satelita. Zaradi kompleksnega poteka snovanja je nujno pripraviti predloge različnih konceptov konfiguracij, med njimi izbrati najprimernejšega, ter na podlagi tega sprožiti podrobnejšo fazo dimenzioniranja in opredeljevanja konstrukcijskih podrobnosti. Vrednotenje različnih konfiguracij je bilo opravljeno po pristopu odločanja na podlagi več atributov (MADM), za konstrukcijski proces pa je bila uporabljena analiza po MKE.

Vrednotenje obremenitev konstrukcije koša satelita med misijo lova na asteroid je zelo kompleksna naloga, saj zahteva upoštevanje več dejavnikov: oblike asteroida, ki je lahko okrogla ali (bolj verjetno) podolgovata, njegove vztrajnosti in vrtilne hitrosti, trdnosti, možnih udarcev pri pristajanju ter sprememb centripetalnega pospeška zaradi rotacijske hitrosti satelita med združevanjem. V okviru naštetih negotovosti smo izvedli primerjalno študijo različnih konstrukcijskih rešitev koša za ovrednotenje vzdrževanja notranjega tlaka in končne oblike po napihovanju. Pri analizi po MKE je bilo ugotovljeno, da je za konvergenco pomikov in napetosti potrebno dušenje modela (v tem primeru α dušenje). Za upoštevanje kompresijskega vedenja tkanine je potreben model tkanine za simulacijo kompresijskih slabosti in zmanjšanja napetosti, v študiji pa je predlagan membranski element.

Po simulaciji z MKE je mogoče zaključiti, da je uporaba napihljivih konstrukcij za lov na asteroide povezana s težami, ki so tudi sicer značilne za satelite. Vsekakor pa bi bile uporabne tudi dodatne analize in eksperimentalni preizkusi za natančnejšo uglasitev modela po MKE.

V nadaljevanju bi bilo smiselno bolje preučiti podrobnosti, kot sta modeliranje stika med elementi tkanine ter simulacija trkov med asteroidom in satelitom. Podrobne študije kompromisov za ugotavljanje najprimernejšega tlaka napihovanja bodo možne, ko bo na voljo realna simulacija lova na asteroid. Tukaj predstavljena metodologija pa daje informacije o možnem poteku prihodnjih raziskav.

Rezultati študije so razvita metodologija za razvrščanje možnih konfiguracij, predlog oblike napihljivega koša, seznam smernic pri analizi napihljivih konstrukcij po MKE ter definicija uporabnega kroja tkanine. Pred misijo lova na asteroid bo v vsakem primeru treba napisati še veliko študij, članek pa usmerja pozornost na nekatere izzive pri snovanju in konstrukciji.

Ključne besede: konceptualna zasnova, napihljiva konstrukcija, MKE, MADM, tkanina, α dušenje, mehki materiali