

Raziskava sklopitve levitacije na stojno valovanje in elektromagnetne levitacije

XiaoYang Jiao¹ – GuoJun Liu¹ – JianFang Liu¹ – Xinbo Li^{2,*} – XiaoLun Liu¹ – Song Lu¹

¹ Univerza Jilin, Kolidž za strojništvo in tehniške vede, Changchun 130022, Kitajska

² Univerza Jilin, Šola za komunikacijo in inženiring, Kitajska

Kovinskih materialov po brezkontaktnem segrevanju z magnetno levitacijo ni mogoče ohladiti brez stika z drugimi materiali. Kot rešitev tega problema je predlagana uporaba levitacijske naprave na stojno valovanje za lebdenje raztaljene kovine. Levitacijska naprava na stojno valovanje ima oddajnik in odbojnik s konkavno sferično površino.

Pretvornik in polja stojna valovanja so bili simulirani s programsko opremo ANSYS.

S simulacijo sta bila določena porazdelitev zvočnega tlaka in največji zvočni tlak pri različnih polmerih konkavne sferične površine na oddajniku in odbojniku za določitev optimalnega polmera. Med oddajnikom in odbojnikom akustične levitacijske naprave so elektromagnetne tuljave, ki motijo polje stojnega valovanja. Tuljave povzročajo odboje, interferenčne motnje ipd. Programska oprema ANSYS je bila uporabljena tudi za simulacijo zvočnega polja, na katerega vplivajo tuljave.

Zvočno polje se spremeni, ko med oddajnik in odbojnik dodamo elektromagnetne tuljave. Tudi v prostoru, ki ga obdajajo elektromagnetne tuljave, je močno zvočno polje. Tuljave odbijejo del zvočnih valov, kar privede do zmanjšanja zvočne energije v primerjavi s poljem stojnega valovanja brez tuljav. Simulacija je pokazala, da je pri eksperimentu sklopljene levitacije na stojno valovanje in elektromagnetne levitacije potrebna večja vhodna napetost za pretvornik stojnega valovanja.

Na podlagi optimizacije je bil zasnovan in izdelan prototip levitacijske naprave na stojno valovanje. Izvedeni so bili poskusi lebdjenja z lažjim in težjim predmetom. Jeklene kroglice stabilno lebdi, ko je razdalja med oddajnikom in odbojnikom enaka dvakratniku valovne dolžine. Nato je bila uporabljena levitacijska naprava na stojno valovanje za lebdenje jeklene kroglice premera 5 mm, ki je bila pred tem brezkontaktno segreta z elektromagnetno levitacijo. Ko jeklena kroglica pri višji temperaturi lebdi in se hladi v levitacijski napravi na stojno valovanje, je zelo pomembno, da se prilagodi resonančno zvočno polje. Sprememba temperature povzroči premik valovne dolžine in zato je treba uravnati razdaljo med oddajnikom in odbojnikom za doseganje resonance. Ročno nastavljanje razdalje je zamudno, razdaljo med oddajnikom in odbojnikom pa je pravzaprav mogoče nastaviti tudi na nekoliko manjšo vrednost. Z znižanjem temperature se oslabi resonanca in sila levitacije, ki drži lebdeči predmet, se ustrezno zmanjša. Zato se tudi položaj lebdjenja predmeta nekoliko zniža. Ko je zabeleženo spuščanje jeklene kroglice, je zato treba takoj zmanjšati razdaljo med oddajnikom in odbojnikom, hkrati pa je treba tudi vzdrževati zadosten zvočni tlak. Polje stojnega valovanja je na ta način mogoče stabilizirati približno v pogojih resonance.

Pri tej metodi se jeklena kroglica pri višji temperaturi ohladi na sobno temperaturo brez stika z drugimi materiali.

Rezultati kažejo, da je z levitacijsko napravo na stojno valovanje možno lebdenje in ohlajanje kovinskih materialov po tem, ko so bili brezkontaktno segreti z elektromagnetno levitacijo. V tem članku je prvič predstavljena metoda za lebdenje raztaljene kovine v levitacijski napravi na stojno valovanje po segrevanju z elektromagnetno levitacijo. Opravljen je bil tudi eksperiment. Temperaturni vplivi lahko polje stojnega valovanja hitro uničijo, zato je akustična levitacija raztaljene kovine uspela šele po nekaj poskusih. V primeru hitrih temperaturnih sprememb je zato pomembno izboljšanje stabilnosti polja stojnega valovanja. Ogrevanje in ohlajanje kovine je prav tako treba izvajati v atmosferi inertnega plina, ker pa avtorji članka niso razpolagali s potrebno opremo, so bili opisani eksperimenti opravljeni v zraku.

V prihodnjih raziskavah bo treba razrešiti še vrsto drugih težav.

Ključne besede: levitacija na stojno valovanje, simulacija ANSYS, elektromagnetna levitacija, brezkontaktno hlajenje