

Uporaba kavitacije za preprečevanje nalaganja oblog CaCO_3

David Heath¹ – Brane Širok² – Marko Hočevar^{2,*} – Boštjan Pečnik^{1,3}

¹ Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

³ Gorenje d.d., Slovenija

V preglednem članku je podan pregled literature o kavitacijski eroziji krhkih kristaliničnih materialov z namenom boljšega razumevanja materialnih lastnosti oblog CaCO_3 ter možnosti za odstranjevanje teh oblog s kavitacijo.

Obloge vodnega kamna CaCO_3 so velika nadloga, s katero se soočamo v najrazličnejših industrijskih procesih. Vplivi vodnega kamna v prenosnikih toplote so dvojni: tanjše obloge vodnega kamna lahko bistveno zmanjšajo učinkovitost prenosa toplote, ker delujejo kot izolator pa lahko povzročijo tudi notranje pregrevanje grelnega elementa in posledično okvaro. Vodni kamen lahko tudi močno zmanjša pretok skozi cevi. Vodni kamen se na območjih s trdo vodo nabira tako v gospodinjskih aparatih, kot so bojlerji, pralni stroji in solarni kolektorji, kakor tudi v industrijskih napravah, kjer zmanjšujejo zmogljivost in življenjsko dobo. Neželene posledice vključujejo tudi povečanje vzdrževalnih stroškov, pogosto menjavanje opreme in višje stroške za energijo. Stroški za preprečevanje in odstranjevanje vodnega kamna v industrijskem in gospodinjskem okolju niso neznatni.

Oblikovanje oblog vodnega kamna in kavitacijski fenomeni, vključno z mehanizmi kavitacijske erozije, so v literaturi prikazani. Ob začetnem pregledu literature se izkaže, da je kavitacijska erozija tesno povezana tako z makroskopskimi lastnostmi kot z mikrostrukturo materiala, zato je pri raziskovanju tega problema najbolje uporabiti pristop znanosti o gradivih. Pregled objavljenih študij omogoča boljše razumevanje makro in mikrostrukturnih površinskih lastnosti vodnega kamna ter kavitacijske erozije krhkih kristaliničnih materialov.

Pregled literature je pokazal, da sta oblikovanje vodnega kamna in kavitacijska erozija kompleksna fenomena, ki sta odvisna od mnogih dejavnikov. Gostota, trdota in trpežnost oblog je odvisna od okolja, v katerem se nalagajo. Okolje v primeru CaCO_3 vpliva na materialne in površinske lastnosti nanosa vodnega kamna. Med različnimi mehanizmi kavitacije sta najpomembnejša kolaps oblaka mehurčkov ter učinek pljuskanja po oblikovanju curka. Pri lomljenju krhkega materiala zaradi kavitacijske erozije prihaja do plastičnih deformacij le v omejenem obsegu, najpomembnejši mehanizem erozije pa je oblikovanje mikrorazpok, ki ga še krepí prisotnost strukturnih nehomogenosti. Boljše razumevanje mehanizmov poškodb zaradi kavitacije ni uporabno le za tiste, ki iščejo načine za izboljšanje učinkovitosti ultrazvočnega odstranjevanja trdovratnih nanosov mineralnih oblog, temveč tudi na področju sonokemije, medicine ter preučevanja naravnih procesov kavitacije pri karbonatnih materialih.

Mehanizmi za ustvarjanje kavitacijskih udarnih valov z dovolj veliko energijo, da lahko poškodujejo material, so trajni predmet preučevanja. Primerjava kavitacijskih tlačnih obremenitev je težavna, saj nekateri avtorji uporabljajo ocene, drugi pa kavitacijo merijo po različnih postopkih. Vrednost ekstremnega tlaka, ki nastane v središču mehurčka, se tudi močno zmanjša na kratki razdalji.

Boljše razumevanje mehanizmov poškodb zaradi kavitacije ni uporabno le za tiste, ki iščejo načine za izboljšanje učinkovitosti ultrazvočnega odstranjevanja trdovratnih nanosov mineralnih oblog, ampak tudi na področju sonokemije, medicine in preučevanja naravnih procesov kavitacije pri karbonatnih materialih.

Ključne besede: kavitacija, kavitacijska erozija, ultrazvok, vodni kamen, kalcijev karbonat, prenosnik toplote