

Študija vplivov hierarhične valovite morfologije na pretok skozi reže

Xi Zhang^{1,*} – Tianlu Zhang¹ – Xiangyu Geng¹ – Jianfeng Hong¹ – Jinjun Wu²

¹Kitajska rudarska in tehniška univerza, Šola za mehaniko, elektroniko in informatiko, Kitajska

²Kitajska znanstveno-tehniška strojniška akademija, Kitajska

Majhna viskoznost vode je povezana s slabo mazalnostjo in povečanim puščanjem skozi reže. Veliko naporov je bilo vloženih v izboljševanje triboloških lastnosti in tesnjenja s premišljeno zasnovo morfologije površin, manj pozornosti pa je bilo posvečene vplivom hierarhične morfologije na tok skozi reže. Mnoge biološke snovi imajo hierarhično strukturo z valovito morfologijo in v članku je podan predlog hierarhične sinusne morfologije za oblikovanje rež med sosednjimi površinami delov vodnih hidravličnih sistemov, za katere je zaradi manjše viskoznosti vode značilna slabša mazalnost in večja lekaža. Navdih zanje so bile omenjene posebne naravne hierarhične strukture.

Oblikovani so bili trije sinusni modeli ničtega, prvega in drugega reda. Za model prvega reda je za razliko od modela ničtega reda značilna sinusna valovitost z amplitudo A_1 in valovno dolžino λ_1 . Pri sinusni valovitosti drugega reda je na sinusno površino prvega reda naložena še dodatna sinusna struktura z amplitudo $A_2 < A_1$ in valovno dolžino $\lambda_2 < \lambda_1$. Preizkušanci s sinusno strukturo ničtega, prvega in drugega reda so bili izdelani s 3D-tiskalnikom Lite 600 3D z natančnostjo 0,05 mm, uporabljen pa je bil material akrilonitril butadien stiren (ABS). Lekaža skozi reže modelov s sinusnimi strukturami ničtega, prvega in drugega reda je bila določena na hidravličnem preizkuševališču z obročasto režo.

Opravljen je bila tudi numerična analiza vpliva valovitih površin različnih amplitud in valovnih dolžin na lekažo s komercialnim paketom za CFD ANSYS FLUENT. Q_0 , Q_1 in Q_2 so lekažni tokovi ničtega, prvega in drugega reda. Parameter ε_1 je definiran kot razmerje A_1/λ_1 . Najmanjši lekažni tok Q_1 je bil dosežen pri vrednostih $A_1 = 1$ mm in $\varepsilon_1 = 4$, relativno zmanjšanje toka ($1 = Q_1/Q_0$) pa je bilo 43,3-odstotno. Parameter ε_2 je definiran kot razmerje A_2/λ_2 . Lekaže pri modelih drugega reda so bile manjše kot pri modelih prvega reda. Največja stopnja zmanjšanja lekaže ($1 = Q_2/Q_1$) je znašala 18 %, kar pomeni, da lahko sinusna morfologija drugega reda učinkovito izboljša učinkovitost tesnjenja.

Nadaljnje študije pretočnega polja so pokazale, da so za občutno zmanjšanje lekaže pri sinusni strukturi drugega reda zaslužni dodatni vrtinci različnih velikosti v valovitih dolinah drugega reda, kjer se porazgubi več kinetične energije fluida. Ti vrtinci so torej mehanizem, ki prispeva k zmanjšanju lekaže. K manjši lekaži prav tako prispevata manjša širina glavnega toka in manjša komponenta hitrosti X pri modelih drugega reda v primerjavi z modeli prvega reda. Valovite površine poleg tega povzročajo variabilno debelino filma fluida, s tem pa prispevajo k dodatni nosilnosti in zmanjšujejo obrabo.

V članku je podan predlog hierarhične sinusne morfologije za oblikovanje rež med sosednjimi površinami. Preučen je vpliv valovitosti površine z različnimi amplitudami in valovnimi dolžinami na lekažo. Rezultati eksperimentov in simulacij kažejo, da lahko hierarhične sinusne strukture v režah med sosednjimi površinami prispevajo k zmanjšanju lekaže. Pozitiven vpliv hierarhičnih valovitih površin kaže na ogromen potencial za zmanjšanje energijskih izgub v hidravličnih sistemih in odpira nov pristop k snovanju rež med sosednjimi površinami.

Ključne besede: hierarhična sinusna morfologija, pretok skozi reže, voda, lekaža