

# Analiza pretočnega polja in črpalne zmogljivosti brezventilske piezoelektrične črpalke s skupino poloblastih segmentov

Caiqi Hu<sup>1</sup> – Jing Ji<sup>1,\*</sup> – Xiaoqi Hu<sup>2</sup> – Jude Liu<sup>3</sup> – Shengduo Li<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kolidž za strojništvo in elektrotehniko, Kmetijska univerza Qingdao, Kitajska

<sup>2</sup> Kolidž za inženiring in dizajn, Univerza Lishui, Kitajska

<sup>3</sup> Državna univerza v Pensilvaniji, Oddelek za kmetijski in biološki inženiring, ZDA

Prednost brezventilske piezoelektrične črpalke s skupinami poloblastih segmentov (VPPHSG) pred ostalimi brezventilskimi črpalkami je v preprosti zgradbi in v dobri izvedljivosti. Poloblasti segmenti (HS) pri VPPHSG so razporejeni tako, da delujejo kot ventil brez premikajočih se delov.

Ko se fluid pretaka prek skupine poloblastih segmentov (HSG), nastanejo v interakciji fluida in poloblastih segmentov turbulence in vrtinci, ki ustvarijo zelo kompleksno pretočno polje in tlačne razlike. Te turbulence oziroma vrtinci povzročijo mešanje fluida in tlačno razliko, ki ustvari pretok skozi črpalke. Zato je pomembno poznavanje interakcij med parametri HSG in pretokom fluida za kvantifikacijo njihovega vpliva na pretočno polje črpalke in pretoke, ki je nujno pri snovanju in raziskavah tovrstnih brezventilskih črpalk. V dostopni literaturi ni bilo mogoče najti študij, ki bi kvantitativno opisovale razmerja med pretoki in konstrukcijskimi parametri črpalke, vključno z dimenzijami in razporeditvijo HSG.

V tej raziskavi je bila preučena zmogljivost črpanja in mešanja brezventilske piezoelektrične črpalke na podlagi teorije hidrodinamike in z uporabo numeričnih metod za simulacijo pretočnih polj. Na osnovi teoretične analize zmogljivosti črpanja, sprememb v hitrostnem polju fluida in tlačnih razlik je bila simulirana odvisnost koeficienta upora in pretokov v odvisnosti od dimenzij in razporeda HSG s komercialno profesionalno programsko opremo FLUENT.

Rezultati simulacije so razkrili kvantitativna razmerja med tlačnim poljem, pretoki, številom vrst in stolpcev ter intervali med vrstami in stolpci v HSG. Rezultati simulacije so pokazali, da se lahko pretok poveča z večjo razliko v pretočnem uporju pretočnega polja, ki je mogoče zagotoviti s povečanjem števila vrst in stolpcev, s povečanjem intervala med vrsticami, ali pa z zmanjšanjem intervala med stolpci. Ugotovljeno je bilo tudi, da je učinek črpanja bistveno večji v primeru, da se poveča število vrst, kot pa če se poveča število stolpcev. Povečanje intervalov med vrstami in stolpci lahko poveča velikost in jakost vrtinca v črpalci ter tako izboljša učinkovitost mešanja črpalke. Rezultati simulacije so bili preizkušeni in verificirani z eksperimenti, v katerih je bil ugotovljen pretok črpalke. Raziskava je pokazala, da imajo simulacija, teoretična analiza in rezultati eksperimentov enak trend, čeprav so bila odstopanja simuliranih pretokov od izmerjenih razmeroma velika. Simulacija pretočnega polja črpalke je torej lahko učinkovit pripomoček za snovanje v fazi izdelave koncepta, velike razlike med simuliranimi in izmerjenimi rezultati pa postavljajo omejitve glede uporabnosti te metode v inženirski praksi. Razvita in uspešno preizkušena je bila simulacija pretočnega polja v tovrstni brezventilski črpalci.

Za izboljšanje uspešnosti simulacij bodo potrebne še dodatne študije in za verifikacijo simulacije se lahko uporabi druga programska oprema. Predlagan in preučen je bil spreminjajoč vzorec zmogljivosti črpanja in mešanja za brezventilsko piezoelektrično črpalke s HSG. Pomen te raziskave je v simulaciji edinstvenega pretočnega polja črpalke s spreminjajočim se številom vrst in stolpcev oz. intervalom med vrstami in stolpci v HSG. Rezultati simulacije lahko dajo smernice za preučevanje mešanja in zmogljivosti črpanja mikrotokov ali malih tokov fluidov. Ta simulacija je dragocena tudi pri preverjanju inovativnih konceptov zasnove črpalk.

**Ključne besede:** skupina poloblastih segmentov, polje, brezventilska piezoelektrična črpalke, mešanje, pretok