

Diskasto mešalo z asimetrično zapognjenimi lopaticami za visoko stopnjo zračenja

Andrej Bombač

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Namen članka je predstaviti učinkovitost novo razvitega in patentiranega diskastega ABT mešala z asimetrično zapognjenimi lopaticami (ang. Asymmetrically folded Blade Turbine, ABT) pri mešanju in dispergiranju plina v kapljevino v posodi z mešalom. Pri nekaterih fermentacijskih procesih v fermentorjih z mešali je potrebno zagotoviti zelo visoko stopnjo zračenja, pri tem se za dispergiranje zraka v kapljevino uporablja večstopenjsko mešalo. Le to je lahko sestavljeno iz enakih mešal, kot npr. večstopenjsko Rushtonovo mešalo, lahko je kombinirano iz npr. aksialnih in radialnih mešal, kar je vse pogostejša izvedba v zadnjem času. Izbira mešala je ključnega pomena za optimalno izvedbo tehnološkega procesa fermentacije saj mora biti zagotovljeno takšno tokovno polje, da preskrbi mikroorganizme z zrakom po celotnem volumnu kapljevine. Večstopenjsko mešalo ustrezne konfiguracije tako zagotavlja ustrezno cirkulacijo snovi v fermentorju, kar z vidika karakteristik mešanja predstavlja ustrezen hidrodinamski režim. Za popis takšnih razmer pa moramo poznati osnovne karakteristike kot so npr. moč mešanja, prirastek plinaste faze, delež plinaste faze, čas pomešanja, stična površina itn.

V fermentorjih je vnos zraka običajno izveden z razpršilnim obročem na dnu fermentorja, tako je spodnje mešalo zaradi velike količine vnesenega zraka lahko preobremenjeno – poplavljen. Pri tem postane porazdelitev plinaste faze izrazito nehomogena, spremenijo se tudi ostale osnovne karakteristike. Spodnje mešalo je ključnega pomena za učinkovito dispergiranje in v te namene je bilo razvito mešalo z asimetrično zapognjenimi lopaticami diskastega mešala. Poleg tega mešala je bilo predhodno razvito tudi mešalo z zavrtimi lopaticami (ang. Twisted Blade Turbine, TBT).

V prispevku so z vidika dinamike tekočin predstavljene nekatere značilne karakteristike modificiranih diskastih mešal za dispergiranje zraka v posodah z mešali. Analiza modificiranih mešal na modelni mešalni napravi obsega meritve: (a) moči mešanja kapljevine in moči mešanja pri dispergiranju zraka v kapljevino, (b) globalnega prirastka plinaste faze, (c) nastanka poplavnega stanja mešala in (d) časa pomešanja pri mešanju kapljevine. Iz meritev izhaja, da je v območju industrijskega delovanja moč ABT mešala pri mešanju v vodi zelo majhna, izražena s številom moči znaša $Po_{ABT} \sim 1,75$. Pri dispergiranju zraka v vodo je zmanjšanje moči mešala zelo majhno (manj kot 16%) in se ohranja vse do nastanka poplavnega stanja (primerjalno pri $Fr = 0.3$), pri tem pa dispergira znatno večje količine zraka (do 53 %) kot Rushtonovo mešalo. Pri mešanju kapljevine so bili doseženi najkrajši časi pomešanja z ABT mešalom.

Merjeni časi pomešanja izražajo zgolj časovno spremembo merjene veličine na izbranih lokacijah. Za boljši vpogled v tokovno polje kapljevine v posodi z mešalom in v časovni razvoj nehomogenosti, kot izključno tranzientni pojav, je bil izdelan tudi računalniški izračun dinamike tekočin (ang. Computational Fluid Dynamics, CFD). Za primerjavo učinkovitosti ABT mešala z drugimi mešali so povzeta tudi nekatera izhodišča in rezultati prejšnjih raziskav.

Ključne besede: mešanje kapljevine, dispergiranje zraka, prirastek plina, ABT mešalo, poplavno stanje, čas pomešanja