

Obr. 4.2 Proudnic kapaliny obtékající nepohyblivou kouli o poloměru R

tak sledovaný element kapaliny, který se po proudnici α těsně přiblíží k částici, je přitom viskozními silami přilínající vrstvy zpomalen; teprve když mine částici, nabude opět rychlosti v_0 . Na rozdíl od jednoduchých předchozích případů A a B se tedy rychlost toku mění nejen kolmo na směr proudnic, ale také podél nich. Síla, kterou viskozita proudící kapaliny působí na element povrchu nepohyblivé koule, pak má kromě složky smykového napětí (v tečném směru) navíc složku tlakovou, působící kolmo na povrch. Integrací přes celý povrch koule lze dojít k závěru, že tekoucí kapalina působí na kulovitou částici ve směru svého toku silou

$$F = -6 \pi \cdot \eta \cdot R \cdot v ; \quad (4.7)$$

tlaková složka přispívá k celkovému efektu ze dvou

třetin a smyková z jedné třetiny. Tato rovnice, zvaná Stokesova, vyjadřuje i brzdnou sílu, kterou působí stojatá kapalina na pohybuující se kulovitou částici o poloměru R .

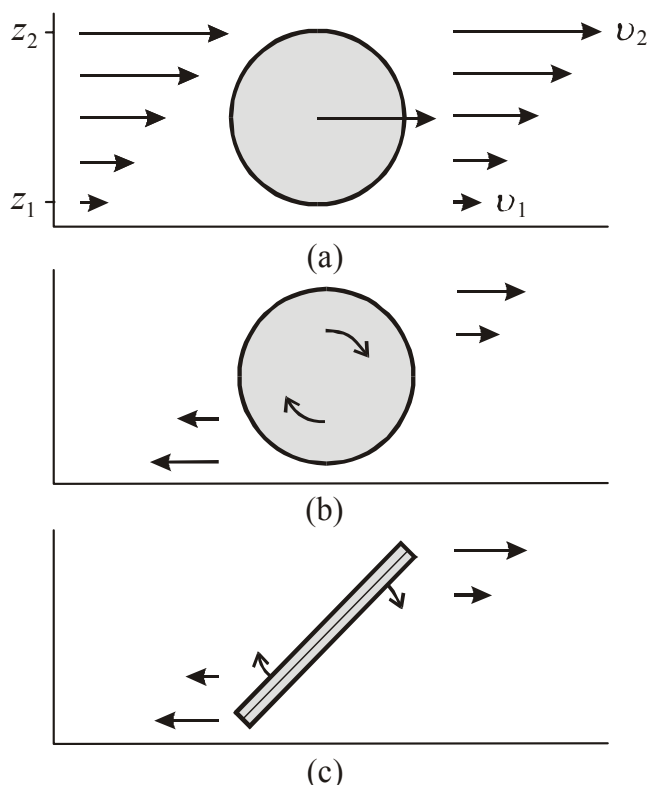
4.2 Viskozita disperzních soustav

4.2.1 Zvýšení viskozity přítomností disperzního podílu

U hrubých a koloidních disperzí rozměry disperzních částic podstatně převyšují rozměry molekul prostředí. Disperzní prostředí lze pak považovat za spojité, a teoretické problémy viskozity disperzních soustav lze řešit klasickými hydrodynamickými postupy.

Je-li kulovitá disperzní částice unášena tekoucím disperzním prostředím, ocitá se v rychlostním gradientu (obráz. 4.3a). Má-li kapalina ve výšce z_1 rychlost v_1 , pak ve výšce $z_2 = z_1 + 2R$ nabývá rychlosti $v_2 = v_1 + 2R \cdot (dv/dz)$, kde R je poloměr částice. Částice unášena kapalinou se pohybuje nějakou střední rychlostí v_p , kde $v_1 < v_p < v_2$. Relativní rychlost kapaliny vůči částici, $v - v_p$, má v různých vrstvách různé znaménko a velikost (obráz. 4.3b); tím vzniká otáčivý moment, který uvádí částici do rotačního pohybu, jehož úhlová rychlost ω je rovna polovině gradientu rychlosti.

Disperzní částice tedy vykonává translační pohyb o rychlosti v_p a pohyb rotační; vrstvička kapaliny přilínající k povrchu částice vykonává tento pohyb s ní. Naproti tomu kapalina v dostatečné vzdálenosti od částice vykonává translační pohyb, jehož rychlost $v(z)$ není již částicí ovlivněna. V okolí částice se tedy vytváří další rychlostní gradient, který by se v prostředí bez částic neobjevil. Vlivem tohoto gradientu se v takovém disperzním systému promění nevratně v teplo více práce než při průtoku čistého disperzního prostředí. K dosažení téže průtokové rychlosti bychom tedy museli působit větší silou (např. v trubici větším rozdílem tlaků). Disperzní systém má tudíž navenek vyšší viskozitu.



Obr. 4.3 Disperzní částice, unášena proudící kapalinou
(a) Kulovitá částice v rychlostním gradientu
(b) Relativní rychlost kapaliny vzhledem k těžišti kulovité částice; vznik otáčivého momentu
(c) Orientace anizometrické částice v rychlostním gradientu (relativní rychlost)