

## 4 Povrchové napätie kvapalín

### Teória

Povrch kvapaliny má v dôsledku existencie molekulárnych síl iné vlastnosti ako ostatná kvapalina. Všetky molekuly nachádzajúce sa v povrchovej vrstve kvapaliny majú tzv. povrchovú energiu. Povrchová energia povrchovej vrstvy kvapaliny je úmerná veľkosti povrchu kvapaliny. V súvislosti s existenciou tejto energie sa kvapalina – v prípade, že nie je v styku s telesami, ktoré zmáča – ustáli tak, aby jej povrch bol minimálny.

Povrchové napätie  $\sigma$  je definované silou pôsobiacou kolmo na jednotkovú dĺžku (dĺžkového prvku) kvapaliny v tangenciálnom smere k povrchu,

$$\sigma = \frac{dF}{dl}$$

Celková sila  $F$  pôsobiaca na dĺžke  $l$  je teda

$$F = \sigma \cdot l \quad (4.1)$$

Jedným z prejavov povrchového napätia je zvýšenie hladiny kvapaliny v kapilárach, ktorých steny kvapalina zmáča (kapilárna elevácia). V prípade, že tiažová sila pôsobiaca na stĺpček kvapaliny v kapiláre (nad ostatnou hladinou) je v rovnováhe s celkovou silou pôsobiacou na obvode kapiláry smerom nahor, platí

$$\pi r^2 h \cdot \rho \cdot g = 2\pi r \cdot \sigma \cdot \cos \varphi \quad (4.2)$$

kde  $r$  je polomer kapiláry,  $h$  je výška stĺpca nad hladinou,  $\rho$  – hustota kvapaliny,  $g$  je tiažové zrýchlenie a  $\varphi$  tzv. krajný uhol. Za predpokladu dokonalého zmáčania ( $\cos \varphi = 1$ ) platí pre povrchové napätie

$$\sigma = \frac{h \cdot \rho \cdot r \cdot g}{2} \quad (4.3)$$

Úvaha vedúca k tomuto vzťahu, využívajúca jav kapilárnej elevácie je základom jednej metódy určovania povrchového napätia.

Schopnosť kvapalín zmenšovať veľkosť povrchu, o ktorej sme sa zmienili na začiatku tejto state, sa dobre prejavuje, ak je kvapalina v menšom množstve. Minimálny povrch, ktorý môže kvapalina daného objemu mať, je v prípade jej guľového tvaru. V malom množstve má kvapalina tvar blízky guľovému – kvapkový.

### 4.1 Metóda kapilárnej elevácie

#### Pracovný postup

1. Kapiláru očistíme (necháme 20 min. v chrómsírovej zmesi, prepláchneme vodou a vysušíme).

2. Kapiláru vsunieme hlbšie do meranej kvapaliny (destilovanej vody) a po chvíli povytiahneme o niekoľko milimetrov, upevníme pomocou držiaka a po ustálení zmeriame výšku  $h$  dolného okraja menisku od vodorovnej hladiny mimo kapiláry. Povytiahneme kapiláru ešte viac a opäť zmeriame  $h$ . Týmto spôsobom zmeriame  $h$  päťkrát a určíme aritmetický priemer. Odmeriame ešte teplotu vody a z tabuliek určíme jej hustotu pri tejto teplote (v súčasnosti sa používa kapilára s polomerom  $r = 0,69$  mm).
3. Pomocou (4.3) vypočítame povrchové napätie.

### Kontrolné otázky

#### A.

1. Definujte povrchové napätie.
2. Prečo sa neprejavuje povrchové napätie na súvislom povrchu kvapaliny (iba na ohraničeniach danej kvapaliny)?
3. Uveďte spôsob, resp. opíšte zariadenie, akým by bolo možné pozorovať účinok povrchového napätia.

#### B.

1. Vyjadrite nájdenú hodnotu povrchového napätia v sústave SI a vyjadrite aj percentuálnu odchýlku PO nameranej hodnoty  $\sigma_E$  od tabuľkovej  $\sigma_T$  pomocou vzťahu

$$PO = \frac{|\sigma_E - \sigma_T|}{\sigma_T} \cdot 100\% .$$

### Vyhodnotenie