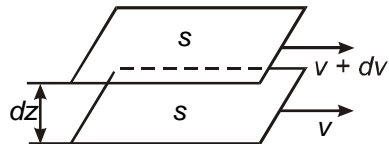


## 5 Определяне коефициента на вътрешно триене на течности по метода на Стокс

### Теоретична обосновка

Сили на триене възникват при контакт между телата и се проявяват при относителното им движение. Според характера на контактуващите повърхнини се различават два вида триене: **външно или сухо триене и вътрешно или вискозно (мокро) триене.**

Външно е триенето при движение на непосредствено допиращи се твърди тела, а вътрешно при движение на твърдо тяло спрямо флуид (течност или газ) или на един пласт от флуид спрямо друг. Всеки реален флуид е вискозен. Съществуват две форми на движение на флуидите: **ламинарно или стационарно и турбулентно или вихрово.**



Фиг. 13.1.

Нека в ламинарно движеща се течност, два успоредни слоя, всеки от които с площ  $s$ , се движат със скорости, различаващи се с  $dv$  (фиг. 13.1). Ако разстоянието между тях е  $dz$ , двата слоя си взаимодействуват с равни по големина и противоположни сили.

$$F = \eta s \frac{dv}{dz}, \text{ (закон на Нютон за вътрешното триене)}$$

където

$\eta$  е **коефициент на вътрешно триене** (динамичен вискозитет);

единицата за вискозитет в SI е  $[\eta] = (\text{N}\cdot\text{s})/\text{m}^2 = \text{Pa}\cdot\text{s}$ ;

$F$  – сила на вътрешното триене.

Коефициентът на вътрешно триене може да се определи чрез падаща сфера във вискозна среда (метод на Стокс). Силата на триене  $F_2$  при движение на тяло в флуид зависи от формата на тялото. За сферични тела движещи се в неподвижна течност **силата на триене се описва със закона на Стокс**

$$F_2 = 6\pi\eta r v$$

където

$r$  е радиуса на сферата;

$v$  – скоростта му спрямо флуида.

Върху топче, свободно падащо в плътна течност, действат още **силата на тежестта**

$$P = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_2 g,$$

където

$\rho_2$  – плътността на топчето,

$g$  – земното ускорение;

и изтласкващата сила  $F_1$  (по закона на Архимед)

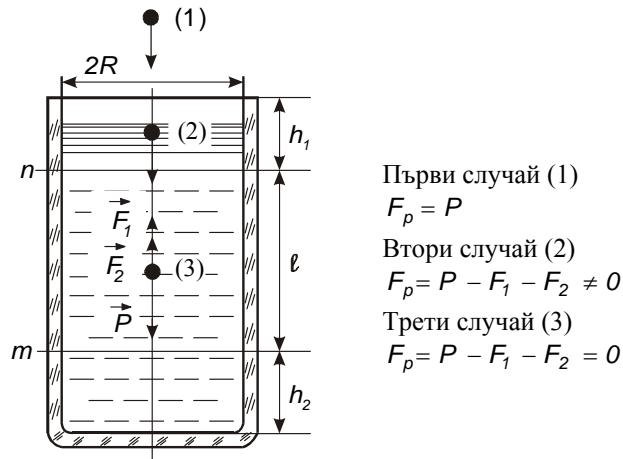
$$F_1 = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_1 g,$$

където  $\rho_1$  е плътността на течността.

На фиг. 13.2 са показани силите, действащи на топчето в три различни случая. За случай (1) върху топчето действа само силата на тежестта  $P$  (пренебрегват се изтласкващата сила  $F_1$  и силата на триене  $F_2$  във въздуха). За случай (2) – трите сили  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $P$ . Силите  $P$  и  $F_1$  не зависят от скоростта на движение. Резултатната сила  $F_p$  е различна от нула. В тези два случая (1) и (2) тялото се движи ускорително. За случай (3) отново пак действуват трите сили, но резултатната е нула и тялото се движи равномерно със скорост  $v_0$ . За този случай може да се определи коефициента на вътрешно триене по формулата

$$\eta = \frac{2}{9} g (\rho_2 - \rho_1) \frac{r^2}{v_0} \quad (13.1)$$

### Опитна постановка



Фиг. 13.2.

Приборът за определяне на коефициента на вътрешното триене е представен на фиг. 13.2. Той е цилиндър, напълнен с изследваната течност. Върху него са поставени два хоризонтални белега  $m$  и  $n$ , разположени един от друг на разстояние  $\ell$ . Горният белег се намира на около  $h_1 = 10$  cm под нивото на течността, тъй като предварително е определено, че оттам топчето започва да се движи равномерно. За измерване на времето се използва електронен секундомер.

**Задачи и указания за изпълнението им**

**Задача:** *Да се определи по метода на Стокс коефициентът на вътрешно триене на глицерин.*

След като се измери с микрометър диаметърът  $d$  на сферата, тя се пуска по оста на цилиндъра и се определя времето  $t$ , за което тя изминава разстоянието между двата белега. Скоростта на равномерното движение е  $v_0 = \ell / t$ . От формула (13.1) се пресмята коефициента на вътрешно триене

$$\eta = \frac{1}{18} g(\rho_2 - \rho_1) \frac{d^2}{\ell} t$$

При отчитане на моментите, в които топчето минава през белезите, погледът на наблюдателя трябва да бъде точно в равнината им, за да се избегне допускането на паралактична грешка.

За да се определи грешката на стойността му, е необходимо да се проведат многократни измервания.