



Tańczące rodzyнки i flotacja

Krystyna Raczkowska-Tomczak

Zofia Gołąb-Meyer

W 2 numerze *Neutrina* poruszyliśmy problem „tańczących rodzynek”. Oto on:

Do szklanki wlewamy napój gazowany (najlepiej Sprite) i wrzucamy do niej rodzynek. Woda nie zwilża rodzynek – pęcherzyki gazu (CO_2) przylegają do ich powierzchni i po chwili wynoszą je ku górze. Po dotarciu do powierzchni napoju większość pęcherzyków odrywa się, a rodzynek opadają i historia się powtarza. Teraz pora na rozważanie ilościowe. Spróbuj oszacować:

- ile pęcherzyków CO_2 o średnicy $d_p = 1 \text{ mm}$ potrzeba, aby wynieść na powierzchnię cieczy (w tym przypadku wody mineralnej) rodzynek o średniej gęstości $\rho_r = 1,1 \text{ g/cm}^3$ i średnicy $d_r = 0,5 \text{ cm}$?

Oznaczmy

ρ_c – gęstość cieczy i przyjmijmy ją 1 g/cm^3 ,

ρ_p – gęstość CO_2 w pęcherzykach – przyjmijmy $2 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$,

x – szukana ilość pęcherzyków.

x pęcherzyków CO_2 po połączeniu się z rodzyńkiem utworzy obiekt o objętości

$$\frac{\pi d_r^3}{6} + x \frac{\pi d_p^3}{6}.$$

Wartość siły wyporu działającej na ten obiekt to

$$\left(\frac{\pi d_r^3}{6} + x \frac{\pi d_p^3}{6} \right) \rho_c g.$$

Wartość siły ciężkości x pęcherzyków i rodzyńka to

$$\rho_r g \frac{\pi d_r^3}{6} + x \rho_p g \frac{\pi d_p^3}{6}.$$

Liczbę pęcherzyków CO_2 x , niezbędnych do wyniesienia rodzyńka o średnicy d_r i gęstości ρ_r , wyznaczmy z nierówności (wypór musi być większy od ciężkości).

$$\underbrace{x \rho_p g \frac{\pi d_p^3}{6} + \rho_r g \frac{\pi d_r^3}{6}}_{\text{ciężar}} < \underbrace{\left(x \frac{\pi d_p^3}{6} + \frac{\pi d_r^3}{6} \right) \rho_c g}_{\text{wypór}}$$

Po prostym przekształceniu równania otrzymamy

$$x > \left(\frac{d_r}{d_p} \right)^3 \frac{\rho_c - \rho_r}{\rho_p - \rho_c}.$$

Po wstawieniu odpowiednich danych otrzymamy wynik, iż $x > 12,5$. To oznacza, że przy spełnieniu przyjętych założeń 13 pęcherzyków CO₂ uniesie rodzynek.

Flotacja

Zjawisko zaobserwowane jako „tańczące rodzynki” jest wykorzystywane w przemyśle metalurgicznym i nosi nazwę flotacji. Polega ono na oddzielaniu wydobywanych minerałów (np. związki żelaza, miedzi) od tak zwanej skały płonej, np. piasku. Woda słabo zwilża drobne cząstki minerałów, a skałę płoną dobrze. Podczas kąpieli mieszaniny w wodzie, w której znajduje się dużo bąbelków powietrza minerały wypływają ku górze, a na dnie osiada szlam ze skały płonej i piasku.

Zjawisko flotacji odkryła przypadkiem w 1886 roku (i następnie opatentowała) amerykańska nauczycielka C.B. Everson. Prała worki, w których przechowywano minerał chalkopiryt (CuFeS₂) i zaobserwowała, że drobne cząstki minerału wypływają na powierzchnię cieczy z pianą.

Doświadczenie, które ilustruje proces flotacji

Pochodzi ono z książki Ryszarda Błażejewskiego *100 prostych doświadczeń z wodą i powietrzem*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1991.

Potrzebne materiały i przyrządy: szklanka, probówka, szczypta drobnych opiłków aluminiowych lub miedzianych i odrobina bardzo drobnego piasku, rozcieńczalnik do farb olejnych lub nafta.

Do czystej probówki należy wsypać szczyptę drobnych opiłków aluminiowych lub miedzianych, wymieszanych ze szczyptą drobnego piasku. Mieszanina ta ma imitować drobno zmieloną rudę metalu ze skałą płoną. Do wysokości około 3/4 probówki dolewamy wody. Zatykamy probówkę kciukiem i wstrząsamy. Można zaobserwować zachowanie opiłków i piasku. Efekt wstrząsania okazuje się mizerny. Następnie do probówki dodajemy kilka kropli rozcieńczalnika lub nafty i wstrząsamy ponownie zawartość probówki. Tym razem można zaobserwować, że znaczna część metalu wypływa blisko powierzchni „na plecach” pęcherzyków powietrza, a piasek pozostaje na dnie.