

Tytuł jest ukraińską wersją powiedzenia znanego po polsku jako „śpiesz się powoli” (dla Czytelnika Bukwoujemnego tłumaczenie dosłowne brzmi „spokojniej jedziesz, dalej dojedziesz”). Motywacją do rozważań jest myśl, że obecne czasy skłaniają, a być może wręcz zmuszają do zastanowienia się, jak i czy aby w optymalny sposób korzystamy z dostępnej nam technologii. Szczegółowo, chodzi o koszt energii napędzającej transport: statki, samoloty oraz samochody. Obecnie najczęściej korzysta się ze spalania paliw kopalnych, co dodatkowo dokłada się do pogłębiania kryzysu klimatycznego. Optymalizacja środków transportu jest więc kluczowa.

Liczba Reynoldsa została wprowadzona przez George'a Stokesa w 1851 roku, a nazwana na cześć Osborne'a Reynoldsa, który spopularyzował jej użycie w drugiej połowie XIX wieku, przez Arnolda Sommerfelda.

Przepływ laminarny charakteryzuje się tym, że jego elementy poruszają się po gładkich trajektoriach w warstwach, przy czym każda warstwa porusza się względem warstwy sąsiedniej z zaniedbywalnym mieszaniem.

Przepływ Stokesa jest zdefiniowany dla małych Re, gdy adwekcyjne siły bezwładności są małe w porównaniu z siłami lepkości.

Rzeczywista redukcja zużycia energii zależy oczywiście od szczegółów konstrukcji pojazdu; tu pokazujemy jedynie kierunek zależności.

Jednym z głównych problemów są oczywiście straty, czyli różnego rodzaju siły „przeszkadzające” w przemieszczeniu się z punktu A do punktu B. W dynamice płynów opór ośrodka (powietrza, wody) jest siłą działającą przeciwnie do ruchu względnego obiektu poruszającego się względem otaczającego go płynu. Występuje on między warstwami płynu lub między płynem a powierzchnią poruszającego się obiektu (naszego środka transportu). W przeciwieństwie do innych sił oporu, takich jak tarcie, które często jest praktycznie niezależne od prędkości ruchu względnego ciał, siła oporu zależy od prędkości: jest proporcjonalna do prędkości dla przepływu z małą prędkością,

i do kwadratu prędkości dla przepływu z dużą prędkością. Różnica między reżimem małej i dużej prędkości zależy nie tylko od prędkości, ale też od właściwości płynu, i jest określana przez pojęcie *liczby Reynoldsa* Re, która jest zdefiniowana jako

$$Re = vL/\nu = \rho vL/\mu,$$

gdzie v to prędkość płynu, L to charakterystyczny rozmiar obiektu, $\nu = \mu/\rho$ to lepkość kinematyczna, ρ oznaczającą gęstość, a μ lepkość dynamiczną. Przy niskich liczbach Reynoldsa ruch płynu jest zwykle zdominowany przez przepływ *laminarny*, podczas gdy przy wartościach dużych przepływy mają tendencję do *turbulencji*. Dokładna wartość krytyczna jest trudna do określenia, ale dla $Re \gg 10$ przepływ przestaje być laminarny. Przykładowo, sferyczny człowiek o charakterystycznym rozmiarze $L \approx 1$ m, płynący w wodzie o gęstości $\rho \approx 1000$ kg/m³ i dynamicznej lepkości $\mu = 0,001$ Pa·s [kg/(m·s)] (wartość dla temperatury 20° C) z prędkością $v \approx 1$ m/s, znajduje się w środowisku turbulentnym, ponieważ Re z łatwością osiąga wartość 10⁶. Gdyby przyszło mu do głowy pływanie np. w miodzie, sytuacja byłaby laminarna, ponieważ lepkość miodu jest $\sim 10^5$ razy większa niż wody, co oznacza $Re \approx 10$.

Siła oporu F zależy od właściwości płynu oraz od wielkości, kształtu i prędkości obiektu:

$$F \propto \rho v^2 L^2 \times C(Re),$$

gdzie L^2 reprezentuje pole przekroju poprzecznego, a C oznacza współczynnik oporu, który jest funkcją Re. Dla małych Re, $C \propto Re^{-1}$, co oznacza, że $F \propto v$. Relację tę dla wolno poruszających się kulistych obiektów zdefiniował wspomniany wcześniej Stokes: $F = 6\pi v \mu L$. Wynik jest specjalnym przypadkiem rozwiązania równania Naviera–Stokesa (twórcą równań był, wraz z George'em Stokesem, Claude-Louis Navier).

Przy wysokich wartościach Re, czyli najczęściej w praktycznych zastosowaniach, C jest mniej więcej stałe, a więc siła oporu zależy od kwadratu prędkości, $F \propto v^2$. Ponieważ moc P potrzebna do pokonania siły oporu jest iloczynem siły F i prędkości v ($P = Fv$), moc jest proporcjonalna do kwadratu prędkości przy małych Re i do sześciastu prędkości przy dużych Re.

Jaki z tego praktyczny wniosek? Szacunkowo transport drogowy odpowiada za około 20% emisji gazów cieplarnianych. W Polsce limit prędkości na autostradzie wynosi 140 km/h. Proponowane przez niektórych polityków ograniczenie prędkości do 120 km/h, czyli zmniejszenie jej o 20 km/h, oznacza obniżenie wymaganej mocy o $(120/140)^3 \approx 0,63$, czyli o prawie 40%, co naturalnie przekłada się na redukcję zużycia energii. Ponieważ jednak zużycie energii jest proporcjonalne do czasu podróży: $E = Pt$, a czas podróży t jest odwrotnie proporcjonalny do prędkości, to zużycie energii maleje o czynnik $(120/140)^2$.

Warto więc rozważyć *zdjęcie nogi z gazu* jednocześnie zapewniające oszczędności przy rosnących kosztach paliwa oraz przywracające równowagę klimatyczną planety, nie wspominając o oczywistym, czyli ograniczeniu finansowania wojny prowadzonej przez wschodnią dyktaturę.