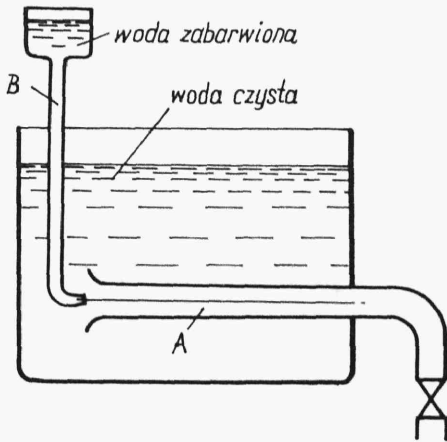


6.3. DOŚWIADCZENIE REYNOLDSA. RUCH LAMINARNY I TURBULENTNY

Reynoldswi zawdzięczamy wprowadzenie podstawowego podziału przepływów płynów lepkich (rzeczywistych) na ruch laminarny i turbulentny.



Rys.6.6

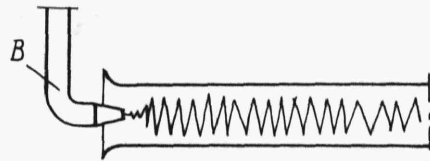
Z opisanego doświadczenia wynika, że przy małych prędkościach przepływu wszystkie elementy cieczy poruszają się w sposób uporządkowany i prostoliniowy. Ten rodzaj przepływu został nazwany laminarnym lub uwarstwionym. Przepływ, który ukształtował się po przekroczeniu pewnej krytycznej wartości prędkości, kiedy to występowało zjawisko mieszania się strug między sąsiednimi warstwami, nazwano turbulentnym lub burzliwym.

W wyniku badań i rozważań o podobieństwie przepływów Reynolds ustalił, że przejście od przepływu laminarnego do turbulentnego zachodzi przy tej samej wartości liczby $\frac{v_{sr} d}{\nu}$, która została później nazwana liczbą Reynolds i oznaczona symbolem Re

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{v d}{\nu}.$$

W przeprowadzonych w 1883 roku doświadczeniach Reynolds obserwował zjawiska przepływu cieczy przez rurkę szklaną, do której równoległe do kierunku przepływu wprowadzał cienką strugę cieczy zabarwionej, nie mieszającej się z wodą (rys.6.6). Przy małych prędkościach przepływu wody, struga zabarwionej cieczy ukształtowała się w postaci linii prostej, równoległej do osi przewodu.

Powyżej pewnej prędkości przepływu (tzw. prędkości krytycznej) zabarwiona struga w pewnej odległości od miejsca wypływu podlegała intensywnej oscylacji, a następnie rozpraszała się zabarwiając cały obszar wody w przewodzie (rys.6.7).



Rys.6.7

Wartość liczby Reynoldsa odpowiadająca przejściu przepływu laminarnego w turbulentny nazywamy krytyczną liczbą Reynoldsa równą w przybliżeniu

$$Re_{kr} = \left(\frac{v d}{\nu} \right)_{kr} = 2300.$$

Późniejsze liczne badania wykazały, że wartość krytycznej liczby Reynoldsa zależy od wielu czynników ubocznych, jak np. od kształtu wlotu do przewodu, od stopnia gładkości powierzchni wewnętrznej ścian przewodu, od wstępnych zaburzeń mechanicznych płynu wpływającego do przewodu, od drgań przewodu itd. Wszystkie te czynniki mogą spowodować, że przejście przepływu laminarnego w turbulentny może nastąpić przy różnych wartościach liczby Reynoldsa. Tak na przykład podczas spokojnego przepływu bez żadnych wstrząsów i zakłóceń na wejściu udało się utrzymać laminarny przepływ do $Re_{kr} = 50\ 000$.

Praktycznie ważna jest dolna wartość krytycznej liczby Reynoldsa

$$Re_{kr\ 1} = 2320,$$

poniżej której obserwujemy trwałość ruchu laminarnego.

Górną albo wyższą krytyczną wartość liczby Reynoldsa, powyżej której panuje tylko ruch turbulentny, przyjmuje się

$$Re_{kr\ 2} = 50\ 000.$$

W przedziale liczb Reynoldsa

$$2\ 320 < Re < 50\ 000$$

przepływ płynu może być laminarny lub turbulentny, zależnie od pobocznych czynników zakłócających. W tym przedziale liczb Reynoldsa, odpowiadające im przepływy laminarne są niestateczne.

W praktyce inżynierskiej najczęściej występują przepływy turbulentne m.in. w przewodach wodociągowych, cieplnych, gazowych, wentylacyjnych. Ruch laminarny płynu może występować w przypadku cieczy o bardzo dużej lepkości, w warstwie przyściennej, w ośrodku porowatym itd.