

Hydrodynamika a hydraulika

Grzegorz ŁUKASZEWICZ*

*Zakład Równań Fizyki Matematycznej,
IMSM, WMIM, Uniwersytet Warszawski

Hydrodynamika to teoretyczna mechanika płynów, którą zajmują się matematycy, a hydraulika to praktyczna mechanika płynów, którą zajmują się inżynierowie.

Pomiędzy tymi dziedzinami mechaniki płynów od początku istniały poważne napięcia. W skrócie, przyczyna leży w tym, że

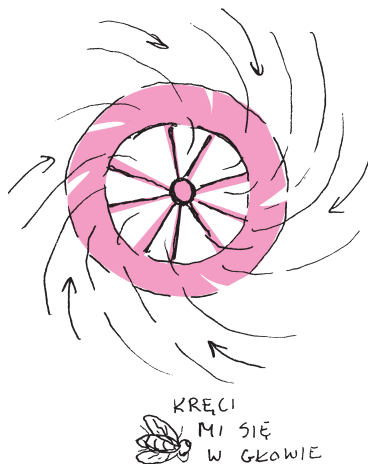
hydrodynamika wyjaśnia zjawiska, które nie mogą być obserwowane, a hydraulika obserwuje zjawiska, które nie mogą być wyjaśnione (parafraza nieco złośliwych, ale celnych słów laureata Nagrody Nobla z Chemii, Cyryla Hinshelwooda, Wikipedia: *D'Alembert's paradox*).

Pierwsze, ogólne równania klasycznej hydrodynamiki, równania Eulera (ok. 1755), nie brały pod uwagę zjawiska lepkości rzeczywistych płynów, stąd inżynierowie uważali je za bezużyteczne. Równania te generowały paradoksalne, bezsensowne rozwiązania. Było to trudne wyzwanie dla teoretyków. Proponowano różne poprawki, w końcu wypracowano (w okresie ok. 1820–1845) równania, które nazywamy dzisiaj równaniami Naviera–Stokesa. Uwzględniają one zjawisko lepkości płynów.

Przedstawienie historii hydrodynamiki na jednej stronie druku musi wywołać u Czytelnika uzasadniony niedosyt, dla pogłębienia jego wiedzy odsyłam do literatury podanej poniżej.

Czy przyczyna rozdźwięku została tym samym wyjaśniona? Nie do końca. Złożoność równań Naviera–Stokesa odstręczała inżynierów – rozsądnych praktyków, którzy stosowali dalej swoje metody (różne „chwyt” do poszczególnych zagadnień praktycznych), teoretycy, przywiązani do ogólnych zasad, zajęli się badaniem samych równań Naviera–Stokesa, nie przejmując się zbytnio, czy te równania opisują ruch jakiejś rzeczywistej cieczy. Idealnym rozwiązaniem byłaby, oczywiście, współpraca obu środowisk i określenie, co i dlaczego warto badać. Najwybitniejsi przedstawiciele obu środowisk zawsze mieli to poczucie, a także „nosa”, pozwalającego odróżnić problemy ważne od pseudoproblemów. Warto w tym miejscu wymienić parę nazwisk: Euler, Lagrange, Maxwell, von Neumann, Landau, Kołmogorow. Myśląc o tym, jakie cele stawiali sobie wyżej wymienieni (i wielu innych), ma się wrażenie, że mogliby się obrazić, gdyby ktoś chciał ich zaszufładkować do teoretyków czy praktyków. Warto o tym pamiętać.

Na zakończenie, dla przykładu, kilka ważnych hipotez dotyczących zjawiska turbulencji w płynach. Obserwujemy to zjawisko na co dzień, ale wciąż wymyka się ono językowi nauki. Obecny stan badań dotyczący turbulencji w płynach przypomina stan badań dotyczący zjawisk elektryczności i magnetyzmu sprzed (równań) Maxwella – oderwane kawałki, brak ogólnej teorii. A oto hipotezy, inspirujące, między innymi, badania prowadzone w IMSM UW:



[H1] Istnieje uniwersalna teoria turbulencji opisująca cały zakres zjawisk dotyczących turbulencji.

[H2] Równania Naviera–Stokesa opisują przepływy turbulentne.

[H3] Turbulencję można opisać w ramach teorii chaosu deterministycznego.

[H4] Osobliwości rozwiązań równań Naviera–Stokesa tłumaczą turbulencję.

[H5] Przepływy turbulentne można opisać za pomocą skończonej liczby parametrów.

Literatura:

G. Birkhoff: *Hydrodynamics. A Study in Logic, Fact and Similitude*, Princeton University Press, 1960.

O. Darrigol: *Worlds of flows. A history of hydrodynamics from the Bernoullis to Prandtl*, Oxford University Press, 2005.

C. Truesdell: *Essays in the History of Mechanics*, Springer, 1968.

P. Davidson, *Turbulence. An Introduction to Scientists and Engineers*, Oxford University Press, 2004.