

Niewielki tunel aerodynamiczny w zastosowaniach edukacyjnych

Punsiri Dam-o, Paweł Baczyński i Tadeusz Wibig

Uniwersytet Łódzki, Katedra Modelowania Procesów Nauczania

Streszczenie: W pracy przedstawiony jest mały tunel aerodynamiczny. Metoda budowy: tnij, złóż, połącz i włącz i koszt około 100 PLN pozwalają na zbudowanie tunelu na potrzeby niewielkiej grupy zainteresowanych uczniów. Opisany tunel daje możliwość zapoznania się z ciekawymi zjawiskami i metodami eksperymentalnymi wychodzącymi poza zakres programów szkolnych.

Wprowadzenie

Tunel aerodynamiczny jest urządzeniem pomocnym do studiowania zjawisk związanych z aerodynamiką. Mały tunel zrobiony samodzielnie w szkole może być przydatny w lekcjach fizyki. Taki tunel jest stosunkowo łatwo zbudować z pomocą uczniów zaangażowanych w dodatkowe zajęcia np. kółka fizycznego.

W artykule “Build a Wind Tunnel” Mike Fitzgerald [1] proponuje pomiar siły oporu powietrza działającej na model samochodzika umieszczony w tunelu. Polega on na zastosowaniu wagi cyfrowej połączonej z modelem za pomocą specjalnej dźwigni. W podobny sposób firma Boreal Laboratories w zestawie Science Kit używa wagi cyfrowej do pomiaru siły unoszenia [2]. Na stronach NASA, pokazane jest bardzo wiele przykładów realizacji tuneli aerodynamicznych zbudowanych przez uczniów szkół średnich [3].

Większość małych tuneli była budowana z przeznaczeniem do jednego, dwóch tylko eksperymentów. W pracy chcieliśmy pokazać, jak w prosty sposób zbudować bardziej uniwersalny tunel i czego można się z jego pomocą nauczyć.

Instrukcja budowy małego tunelu



Rys 1. Mały tunel aerodynamiczny

Materiały:

- wentylator z zasilacza komputerowego (12V),
- zasilacz sterowany (max. 12V),
- trzy płytki plexi o wymiarach około 50 cm × 12 cm,
- kawałek gąbki 80 cm × 30 cm o grubości ~ 10 cm.

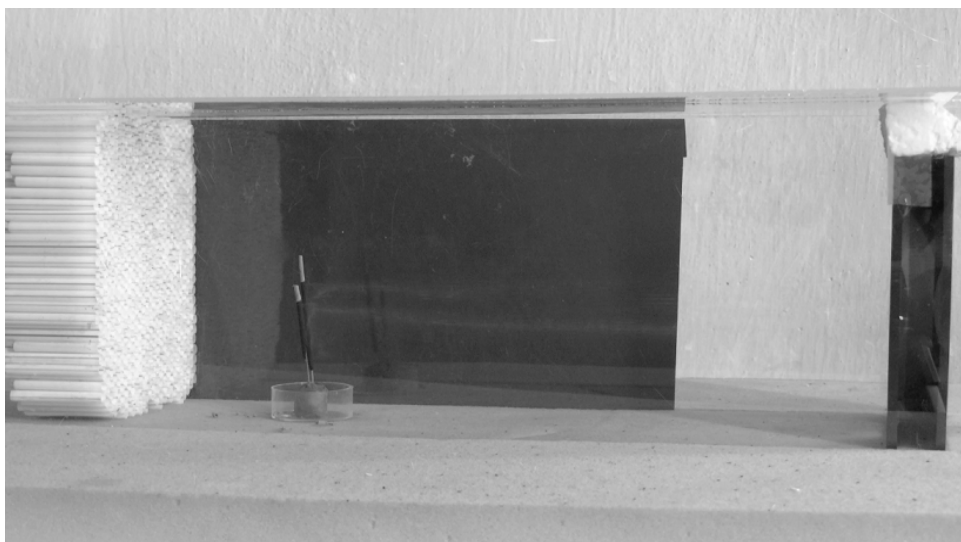
Jak pokazano na Rys.1, gąbka została użyta jako podstawa tunelu. Wykonano w niej dwa nacięcia, w które włożono ścianki z plexi. Wentylator umieszczono w jednym końcu tunelu tak, aby zasysał z niego powietrze. Trzeci kawałek plexi zakrywa tunel od góry.

Zasilacz podłączony do wentylatora pozwala kontrolować przepływ powietrza w tunelu.

Dym w tunelu

Aby zobrazować przepływ powietrza wokół różnych obiektów używa się strug dymu. Jako źródła dymu proponujemy użyć kadzidełek. Palą się one równomiernie i powoli. Jednakże, jak pokazało doświadczenie, proste wstawienie kadzidełka do tunelu nie wystarcza do uzyskania równomiernej strugi ze względu na istniejące w tunelu turbulencje. Aby się ich pozbyć, użyliśmy umocowanej we wlocie powietrza struktury plastra miodu. Właściwa średnica komórki plastra jest określona przez liczbę Reynoldsa [4]. Dla prędkości powietrza 3 m/s wynosi ona około 4 mm. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności średnica słomek do napojów to 4 mm i po pocięciu ich na czterocentymetrowe (~ dziesięć razy średnica) odcinki i sklejeniu, powstała ściana wlotowa tunelu o charakterystyce plastra miodu.

Aby lepiej widzieć strugi dymu, na tylnej ścianie tunelu przykleiliśmy czarny karton. Ostateczny widok tunelu pokazuje Rys.2.

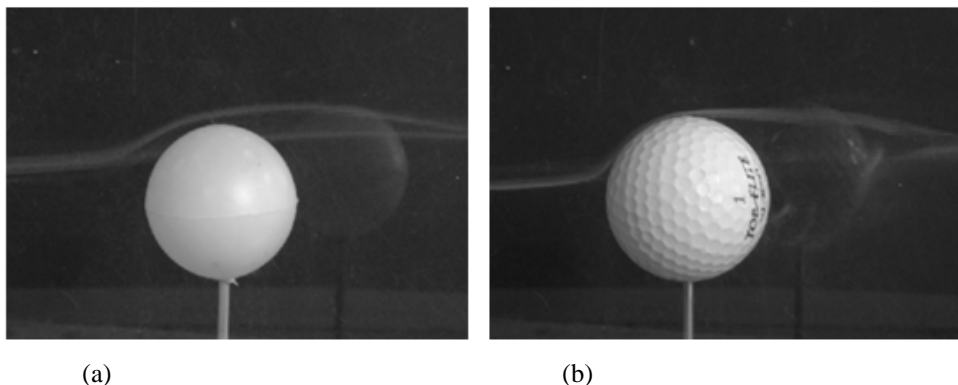


Rys. 2. Strugi dymu z palących się kadzidełek

Czego możemy nauczyć się z pomocą tunelu?

Zakres prędkości przepływu powietrza w naszym tunelu to $0 \div 3.5$ m/s. Zmierzyliśmy to przy użyciu anemometru firmy Pasco. W tym zakresie można wykonać kilka interesujących eksperymentów. Chcemy omówić krótko dwa przykłady.

1.1 Obserwacja opływania powietrza



Rys. 3. Linie dymu nad piłeczką pingpongową (a) i golfową (b).

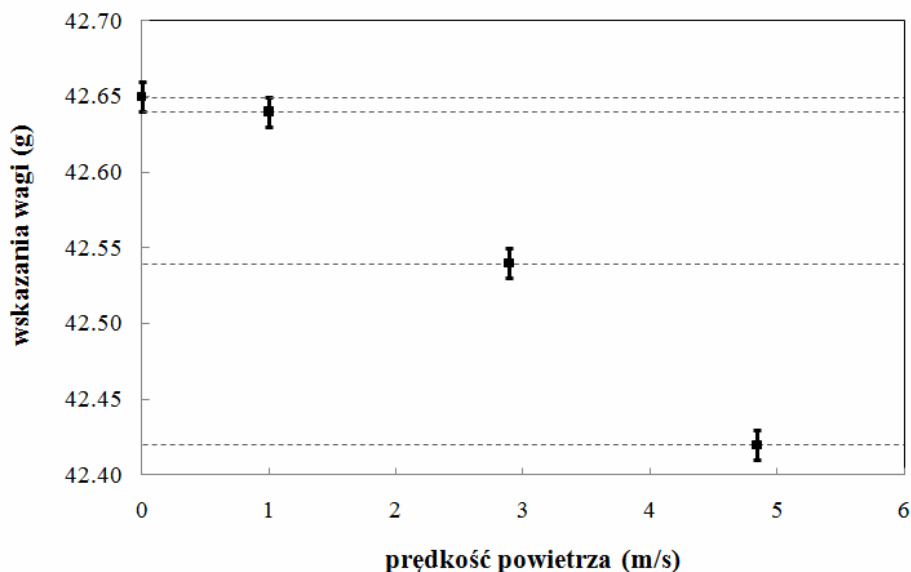
W pierwszym doświadczeniu porównamy przepływ strugi przy różnego typu powierzchniach. Użyjemy piłeczki do ping-ponga i piłki golfowej. Powierzchnia piłki golfowej jest pokryta niewielkimi sferycznymi wgłębieniami, podczas gdy powierzchnia piłeczki pingpongowej jest gładka. Spodziewać się można różnego opływania obu piłek. I rzeczywiście, a dokładniej, laminarny opływ piłeczki pingpongowej jest dłuższy. Widać to na Rys. 3. Dodatkowo widać także, że linie dymu wokół piłeczki golfowej przebiegają bliżej jej powierzchni. Ponadto widać też, że przepływy turbulenty za oboma piłeczkami wyglądają inaczej.

1.2 Pomiar siły unoszenia



Rys. 4. Pomiar siły unoszenia.

Jak to jest pokazane na Rys.4, umieściliśmy mały samochodzik na wadze jubilerskiej. Dokładność wagi była 0.01 g przy maksymalnym ciężarze 50 g. Prędkość powietrza wyznaczana była anemometrem cyfrowym.



Rys. 5. Wykres zależności wskazań wagi w funkcji prędkości przepływu powietrza w eksperymencie z Rys.4.

Zmieniając prędkość przepływu można było wyraźnie zaobserwować zmiany wskazań wagi. Przykładowe wyniki pokazuje Rys.5.

Podsumowanie

Prosta konstrukcja, niski koszt (~100 PLN) i łatwość budowy (tnij, złóż, podłącz i włącz!) pozwala z powodzeniem wykorzystać mały tunel aerodynamiczny na zajęciach szkolnych i pozaszkolnych związanych z aerodynamiką. Może to wzmocnić zainteresowanie młodzieży fizyką jako taką.

Mały tunel mimo wszystko pozwala jedynie na ograniczoną liczbę prostych doświadczeń i pomiarów. Aby rozwijać dalej i głębiej zainteresowania uczniów, niezbędne jest użycie bardziej skomplikowanych, złożonych zestawów pomiarowych.

Bibliografie

- [1] Mike F.: Build a wind tunnel [on-line] 2005. Dostępne w internecie: <http://www.techdirections.com/BuildAWindTunnel.pdf>.
- [2] Basic wind tunnel [on-line]. Dostępne w internecie: <http://sciencekit.com/ig0019418/p/IG0019418/>.
- [3] Donald J.: Wind tunnel online design [on-line]. Dostępne w internecie: http://quest.nasa.gov/aero/events/collaborative/wind_tunnel.html.
- [4] Low-speed wind tunnel testing, Red. J. B. Barlow, New York, 1999.