

Halina32

Problem nr 14

Latający komin

Tomasz Burzyński

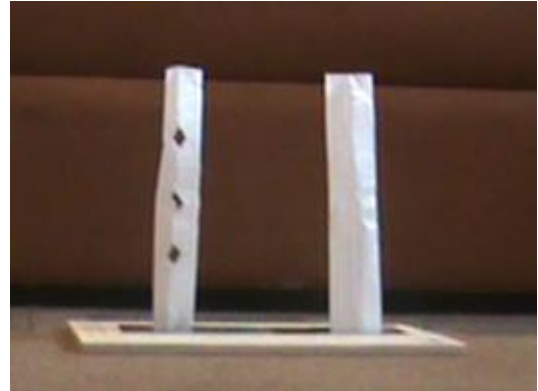
Jakub Poborski

Treść Problemu.

Wykonaj cylindryczną rurkę z lekkiego papieru (np. z pustego woreczka na herbatę). Gdy jej górny koniec zostanie zapalony, rurka wystartuje w górę. Wyjaśnij to zjawisko i zbadaj parametry, które mają wpływ na start rurki i dynamikę jej ruchu.

1.Układ doświadczalny – torebki od herbaty

Do naszego doświadczenia użyliśmy pustych papierowych torebek od herbaty „Ceylon”, papieru toaletowego, chusteczek i ręczników jednorazowych. Następnie ustawialiśmy je na kształt cylindrów na szklanej płytce i podpalaliśmy. Używaliśmy kominów o różnych wysokościach i średnicach, niektóre z nich dziurawiliśmy. Do klejenia niektórych z nich używaliśmy kleju roślinnego.



2.Analiza teoretyczna

2.1 Dlaczego torebka wznosi się do góry?

Cylindryczna torebka od herbaty wznosi się dzięki zjawisku konwekcji cieplnej. Płomień powstały po podpaleniu przez nas torebki u jej szczytu powoduje że cząsteczki powietrza zwiększają swoją temperaturę a co za tym idzie swoją energię kinetyczną. Ogrzane cząsteczki o zwiększonej energii kinetycznej poruszają się z dużą szybkością, zostawiając większe odległości między nimi a cząsteczkami które są mniej ogrzane. Ciepłe cząsteczki powietrza posiadają mniejszą gęstość i unoszą się nad tymi o większej gęstości czyli nad nieogrzanym powietrzem. Sukcesywnie więc zimne powietrze z góry zamienia się miejscem z ogrzanym powietrzem z dołu a potem samo jest też ogrzewane przez płomień. W ten sposób gorące powietrze porywa ze sobą do góry lekki materiał który powstał po spaleniu komina.

2.2 Istota dziurek w kominach

W naszych kominach tworzyliśmy otwory, w celu wpłynięcia na start komina. Miały one zasysać powietrze z boku komina (komin bez dziur zasysa powietrze tylko u jego szczytu) by wytworzyć większy ciąg który porwie komin do góry.

2.3 Środki przyspieszające spalanie

Używaliśmy także dezodorantów, oraz wody po goleniu czyli produktów łatwopalnych by uzyskać lepszy efekt spalania się komina a co za tym idzie wpłynąć na start i dynamikę jego ruchu.

3.Wyniki badań – Analiza parametrów wpływających na start dynamikę ruchu komina.

3.1 Wysokość komina

Badaliśmy czy wysokość komina ma wpływ na start i dynamikę ruchu komina. Zaczynaliśmy od papierowych torebek po herbacie o wysokości 15 cm (ponieważ takie wymiary posiada cała torebka po rozłożeniu). Zmniejszanie kominów nawet do 3 cm nie miało widocznego wpływu na start i dynamikę ruchu. Dopiero przy wysokościach poniżej 3 cm komin miał problemy ze startem. Przy wysokości 2 cm nie wleciał gdyż nasz cylinder nie spalał się równomiernie. Miejsca w których został podpalony spaliły się do końca podczas gdy reszta komina dopiero zaczynała płonąć, co uniemożliwiło start.

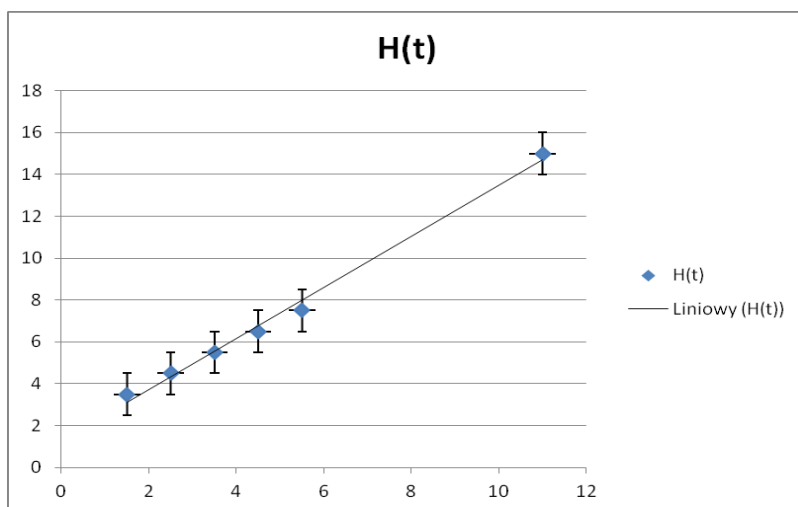
Przy próbach odpalenia kominów wyższych (do 28 cm) które łączyliśmy za pomocą kleju roślinnego występowały komplikacje związane ze sposobem łączenia. Gdy płomień dochodził do miejsca łączenia spalona górna część komina odrywała się. To zmniejszało masę obiektu przez co wracaliśmy do punktu wyjścia czyli 15 cm komina. Uważamy jednak że istnieje wysokość komina przy której masa zwęglonego materiału jest zbyt duża i nie pozwala na strat komina.

Przy każdej ustalonej przez nas wysokości dynamika ruchu była prawie identyczna, zwęglony papier wznosił się ruchem przyspieszonym i obracał się w powietrzu o 180, płomień po stracie torebki znajduje się na samym dole, powietrze jest więc tam najcieplejsze i szybko dąży do góry zamieniając się miejscem z powietrzem zimnym. Następnie po osiągnięciu pewnej wysokości (w warunkach nie laboratoryjnych trudno ją zdefiniować) następował ruch opóźniony.

3.2 Szerokość komina

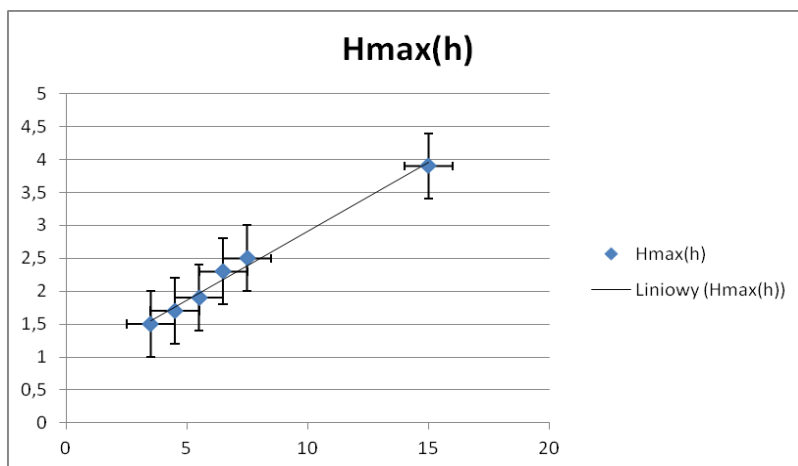
Wraz ze zwiększaniem początkowej szerokości która wynosiła 4,5 cm pojawiały się problemy ze startem, działało się tak ponieważ każdorazowe zwiększanie szerokości komina powoduje zwiększenie jego objętości a co za tym idzie większej ilości powietrza do ogrzania. Przy spalaniu coraz to większych kominów powietrze nie zdążyło się nagrzać do końca spalania materiału.

Wykres ilustruje zależność wysokości kominu od czasu po którym zaczął się wznosić. Testowane kominy zaczynając od największego miały wymiary: 15cm; 7,5cm; 6,5cm; 5,5cm; 4,5cm; 3,5cm.



Jak widać doświadczalna zależność jest liniowa, czas wydłuża się liniowo do wzrostu wysokości kominu.

Kolejny wykres przedstawia zależność maksymalnej (podanej w metrach) wysokości osiągniętej przez komin o danych wymiarach.



4. Wnioski

1. Komin wznosi się w powietrze dzięki zjawisku konwekcji cieplnej. Ogrzane powietrze zmniejsza swoją gęstość i unosi się nad powietrze nieogrzone, porywając za sobą komin do góry.
2. Materiał z którego wykonany jest komin, musi posiadać niską gramaturę gdyż tylko wtedy pozwoli to na start obiektu, jeżeli materiał

będzie za ciężki siatka węglowa która powstaje po jego spaleniu również będzie miała za dużą masę która uniemożliwi start komina.

3. Wysokość komina nie ma decydującego wpływu na jego start, ponieważ im jest wyższy tym więcej materiału musi się spalić, ale też więcej powietrza zostanie ogrzane, i na odwrót kiedy palimy mniejszy komin mniej powietrza jest ogrzewane ale mniejsza jest też jego masa.

4. Zwiększanie szerokości ma duży wpływ na start komina, wraz z jej wzrostem komin startuje coraz „ciężej” ponieważ powstały po podpaleniu ognisty pierścień nie jest w stanie ogrzać całego powietrza które znajduje się w środku komina. Optymalną szerokością jest ta w zwykłej torebce od herbaty czyli 4,5cm.

5. Dziury tworzone przez nas w kominach miały również nieznaczny wpływ na start.

6. Dynamika ruchu komina była w każdym przypadku taka sama, niezależnie od wysokości komina. Najpierw występował ruch jednostajnie przyspieszony, który później przechodził w opóźniony i zwęglony komin dryfował w powietrzu. Ciekawym zjawiskiem był obrót komina o 180 stopni spowodowany tym że na dole startującego komina znajdował się jeszcze płomień i ogrzewał powietrze które szybko wznosiło się do góry obracając kominem.

5. Bibliografia

- Szczepan Szczeniowski „Fizyka doświadczalna część 1. Mechanika i Akustyka”
- http://science.curtin.edu.au/local/documents/tea_bag_rocket.pdf
- <http://faraday.physics.uiowa.edu/heat/4B20.35.htm>