

Recenzja pracy doktorskiej
mgr Marcina Wesołowskiego
pt.

**Wybrane aspekty fizycznej ewolucji komet w świetle współczesnych badań
astrofizycznych**

Zdania Autora cytowane w mojej recenzji pisane są *kursywą*.

Redakcja pracy.

Całkowita liczba stron pracy wynosi 108, które Autor podzielił następująco:

- Materiały wstępne, w tym historyczne, do str. 11.
- Rozdział 2. Struktura fizyczna jądra komety (str. 12 – 16).
- Rozdział 3. Emisja materii z powierzchni jądra komety (str. 17 – 50).
- Rozdział 4. Wybuchy kometarne – istota zjawiska (str. 51 – 86).
- Rozdział 5. Podsumowanie (str. 87)
- Na stronach 88 – 108 przedstawione są:
 - Przyszłe kierunki badań (str. 88).
 - Stałe fizyczne wykorzystane w dysertacji (str. 89 – 90).
 - Kody numeryczne (str. 91 – 101). Szkoda, że brak jest odwołań do kolejnego kodu w tych miejscach pracy, gdzie dany kod został użyty.
 - Lista publikacji Autora pracy zawiera łącznie 29 pozycji. Pierwszym autorem wszystkich tych publikacji jest prof. Piotr Gronkowski. Publikacje pogrupowane są następująco:
 - Prace naukowe – 5, z lat 2012 – 2016.
 - Inne prace recenzowane – 3, z lat 2014 – 2015.
 - Prace popularno naukowe – 21, z lat 2012 – 2017.
 - Literatura wykorzystana w dysertacji zawiera łącznie 85 pozycji, z czego 49 zostało wydanych po roku 2000. Przyjęta do druku pozycja [33] spisu literatury autorstwa Gronkowski & Wesołowski została zaakceptowana do druku w roku 2017 lecz nie jest wymieniona w sekcji „Prace naukowe” Autora.

W jednostronicowym rozdziale wstępnym „Cel i zakres dysertacji” (str. 7) Autor stwierdza, że dysertacja składa się z dwóch części:

- W pierwszej „*został przeanalizowany proces unoszenia ziaren lodowo-pyłowych*”.
- W drugiej „*zostało przedstawione zjawisko związane z gwałtowną zmianą jasności jądra komety*”.

Przyjmując powyższe informacje widać, że najważniejszymi merytorycznie częściami pracy są rozdziały 3 i 4 a w szczególności rozdział 4.2 (str. 61 – 70), w którym „został zaproponowany nowy model wybuchu”.

Uwagi szczegółowe dotyczące usterek zauważonych w pracy.

Wymienione poniżej uwagi dotyczą w znacznym stopniu redakcji poszczególnych fragmentów pracy. **Merytoryczne znaczenie uwag nie jest tak istotne, jak można by sądzić z ich ilości.**

Str. 13, wiersz 12 od dołu. Autor wymienia H_2 jako jedną z substancji, które „*parują już z głębszych warstw jądra*” (?!).

Str. 13, wiersz na dole. Jest: „*symbole przyjmuję następującą notację*” zamiast „symbole oznaczają”.

!!! Str. 14, równanie (2). W „*równaniu bilansu energetycznego na powierzchni komety*” występuje $\Delta T/\Delta x$ zamiast $dT/dx|_{x=0}$. Brak mi wyjaśnienia dlaczego przyjęto przybliżenie $\Delta T/\Delta x \approx dT/dx|_{x=0}$. Autor pisze, że „ Δx – *grubość warstwy powierzchniowej jądra komety*”. Powinno być „ Δx – *grubość warstwy nad jamą*”. Brakuje rozważań wiążących Δx z głębokością termiczną zdefiniowaną na str. 63, wzór (45).

Str. 14. Stwierdzenie, że czynnik Hertza jest funkcją porowatości jest niefortunne. Proponuję doświadczenie z dwoma pomarańczami w kontaktach „tylko zetknięte” lub „zetknięte i ściśnięte”. W równaniach (9), (10), (11), (14), (21), (43) zamiast $h(\psi)$ wystarczy pisać h , tym bardziej, że Autor pisze, że h jest „*traktowane jako wolny parametr*”.

!!! Str. 15. Czy tabela (bez numeru, powinna być Tabelą 1) przedstawia wyniki obliczeń Autora, na podstawie równania (1)? Jeśli tak, to do jakiego punktu na wykresach fazowych (w płaszczyźnie ciśnienie-temperatura) odnoszą się przyjęte wartości temperatury? Patrz także uwaga do str. 27.

Str. 19. Jest „*dziury i jamy*”. Ale we wnętrzu komety dziura $\equiv$ jama. Rozumiem, że jama podpowierzchniowa jest otwarta na powierzchni – patrz str. 24, symbole A_c oraz $A_{\min}$.

Str. 22, u dołu. Autor pisze, że „*wykorzystując w równaniu (7) warunek $d^2R/dt^2 \geq 0$ można pokazać*” a dalej jest wzór (8). Czy wzór (8) wynika bezpośrednio z równania (7)? Ale we wzorze (8) występuje tempo sublimacji $\dot{Z}$, którego nie ma we wzorze (7). Zamiast „*można pokazać*” należało pokazać.

We wzorze (8) zamiast M powinno być M_N .

Str. 24. W równaniu (10) występuje ciepło sublimacji L , którego brak jest tabelach 13 i 14. Czy L jest wykorzystywane na jakimkolwiek etapie obliczeń? Patrz także równanie (43).

!!! Str. 25. Rysunek 9 a także zastosowanie równania Bernoulliego (12) wskazują na zastosowanie modelu hydrodynamicznego (przepływ strumienia gazu przez rurę). W innych miejscach tekstu znalazłem informacje, że gaz powstały z sublimacji wewnątrz jamy wydostaje się przez ośrodek porowaty. Jak pogodzić te dwa modele?

!!! Str. 25. Równanie Bernoulliego (12), w którym „ v_{cav} – prędkość molekuł gazu w jamie kometarnej (JLK: chyba przy wlocie do komina gejzeru?), v_{cav} – prędkość molekuł gazu przy ujściu z gejzeru”. Równanie Bernoulliego jest równaniem makroskopowym, w którym występują prędkości strumieni gazu a nie prędkości molekuł gazu. Patrz także uwaga do str. 65.

Str. 26. Zamiast pisać „można pokazać” należało pokazać słuszność wzoru (14)!

Str. 27. Brak jest odnośników do wzorów na podstawie których obliczono wartości $\dot{Z}$ podane w Tabeli 1. Wiersz dla $\varphi = 0^\circ$ występował już w tabeli (bez numeru) na str. 15. Ale w tabeli na str. 15 podane są temperatury, które nie mają żadnego związku z temperaturą powierzchni na równiku komety znajdującej się w odległości 1 AU od Słońca. Tabela ze str. 15 powinna być połączona z Tabelą 1.

Str. 28. Rozumiem, że Tabela 2 dotyczy punktu na równiku, $\varphi = 0^\circ$. Symbol $P(h)$ nie jest wyjaśniony. Dopiero dalej, w podpisach do rysunków 10 i 11 dowiadujemy się, że $P(h)$ to okres rotacji wyrażony w godzinach.

Str. 30. Czy wartości w Tabeli 3 nie zależą od parametrów gejzeru (A_{min}/A_c , ΔT , głębokość wlotu z jamy do gejzeru, ...)?

Str. 31, wiersze 8-10 od dołu. Elipsoida obrotowa ma dwie półosie. Dla opisu jej kształtu nie jest potrzebne cytowanie [31].

Str. 33, wiersz 10 od dołu. „...w podobny sposób jak w paragrafie 3.1 można pokazać ...” W paragrafie 3.1 nie pokazano.

Str. 43. Kolejne 2× „można pokazać”. Szkoda, że Autor nie dodał aneksu, w którym pokazane byłoby to co można pokazać.

Str. 43. We wzorze (43) występuje ciepło sublimacji L . Patrz uwaga do str. 23.

Str. 48, wiersz 6 od góry. Użycie słowa „zamiast” w odniesieniu do wielkości mających różne wymiary jest niepoprawne.

Str. 48. Dwa wiersze u dołu strony rozumiem jako hipotetyczne stwierdzenie, że: „Gdyby jądro komety miało CO jako jedyny składnik lotny to strumień tego składnika byłby w stanie unosić większe cząstki materii, niż gdyby składnikiem lotnym było H_2O ”. Czy tak?

Str. 49. Z opisu na tej stronie można się domyślać, że przyjęte jest milczące założenie, iż oś rotacji jądra komety jest prostopadła do płaszczyzny orbity.

Strony 51 – 60: **4. Wybuchy kometarne – istota zjawiska.**

Rozdział ten przedstawia opis zjawiska wybuchów kometarnych oraz stanowi przegląd i dyskusję pięciu mechanizmów, które mogą być odpowiedzialne za zaistnienie wybuchów. Przegląd oparty jest na wyczerpujących danych literaturowych ale jednocześnie przedstawia poglądy i przemyślenia Autora. Tytuł rozdziału 4.1 to „*Przegląd wybranych hipotez*”. Przegląd zawiera pięć hipotez – czy rozsądnych hipotez jest więcej niż pięć?

!!! Str. 54/55, akapit u dołu strony: „*Mechanizm [wybuchu komety] jest zależny od temperatury [podpowierzchniowej] jądra komety a tym samym od jej odległości heliocentrycznej[mechanizm ciśnieniowy] wydaje się być mało prawdopodobny.*” Celowa byłaby dyskusja możliwości zaistnienia wybuchu w zależności od temperatury pod powierzchnią jądra, na jakiejś głębokości.

Nie widzę istotnej różnicy pomiędzy opisem mechanizmu ciśnieniowego [4.2.1] i mechanizmu termodynamicznej destrukcji [4.1.5].

Str. 60. Zestawienie podane w Tabeli 11 jest ciekawe. Mam jednak zastrzeżenia do opisu tej tabeli.

Autor pisze: „*w tabeli 11 zostaną zaprezentowana powyższe mechanizmy wraz z podstawowymi parametrami dotyczącymi wybuchu*”.

Zamiast takiego sformułowania wolałbym np. zdanie: „w Tabeli 11 jest zaprezentowanych pięć mechanizmów wybuchów wraz z informacjami czy określony mechanizm jest wystarczający dla wytłumaczenia zmian ΔE_{rel} , Δm , Δt .”

Strony 61 – 70. **4.2 Nowy model zmiany jasności komety.**

Według Autora rozdział 4.2 przedstawia najważniejsze dokonania pracy. W szczególności podane są wzory pozwalające obliczać zmiany jasności komety spowodowane wybuchem.

Rozdział ten przeczytałem szczególnie starannie. Niestety znalazłem szereg usterek. Przy powtórным czytaniu rozdziału 4.2 poniżej wymienione usterki wydają się mieć przede wszystkim charakter redakcyjny.

!!! Str. 64, 65: Wg oznaczeń Autora $T_0 = T - T_{\text{int}}$ gdzie T to temperatura na powierzchni jądra. Jaka to temperatura: Chwilowa? Średnia dobową? Średnia orbitalna?

!!! Str. 65, wiersz 12 od góry. Autor pisze: „*Strumień gazu kometarnego J_i , który przepływa przez porowatą ścianę jamy*”. Rozumiem, że przepływa na zewnątrz, przez całą warstwę ponad jamą. Jak pogodzić taki opis przepływu z modelem przepływu przez kanał przedstawionym równaniami (9) i (10) oraz zilustrowanym Rysunkiem 9?

!!! Str. 65. Wzór (54) wraz z poprzedzającym go zdaniem myląco sugeruje, że $\Phi(\psi, d_0)$ oznacza strumień gazu. Wymiar wielkości $\Phi(\psi, d_0)$ wg wzoru (54) jest taki sam jak wymiar średnicy ziarna d_0 (???).

Str. 65, wiersze 7 – 5 od dołu. Autor stwierdza, że równanie (52) jest „poprawne dla jądra kometarnego zawierającego przypadkowo upakowane sfery o średnicy d_0 i porowatości ψ .” Czy równanie (52) jest poprawne **tylko** dla tego przypadku? Czy też jest słuszne **także** dla tego przypadku?

Str. 66. Po wzorze (56) następuje stwierdzenie, że „Na warstwę jądra komety znajdującą się nad jamą działają następujące [cztery] siły”. Bezpośrednio po tym zdaniu Autor pisze „W wyniku tych procesów...”. Niefortunne zestawienie pojęć „sił” i „proces”!

Str. 71, ostatnie zdanie rozdziału 4.2: „mogą być – (wyznaczone?) – w oparciu o” jest niekompletne.

Str. 75-76. Rysunki 27, 28, i 29 dla ziarna (a) zostały wykonane dla współczynnika załamania równego 1.31 i dla dowolnie wybranych trzech długości fal.

Dlaczego dla ziaren (b) oraz (c) brak jest wykresów a jest tylko niewiele mówiąca tabela (bez numeru) na str. 76? Czy wyniki zestawione w tej tabeli zostały obliczone przy użyciu wzoru (63)?

Str. 76/77. Autor pisze: „... zostanie przedstawiony przybliżony rozkład temperatury ... w jamie kometarnej.” Rozumiem, że jest to rozkład temperatury w górnych warstwach jądra w funkcji głębokości. A więc nie jest to rozkład temperatury wewnątrz jamy kometarnej, jeśli jama ma niezaniebnywaną rozciągłość pionową.

Str. 77, wiersze u dołu: „Zakładamy, że jądro komety znajduje się w peryhelium.” Takie sformułowanie sugeruje, że kometa porusza się po orbicie kołowej a więc jest stale „w perihelium”. Jeśli odrzucimy taką interpretację to w jaki sposób można powiązać model z wnikiem fali cieplnej?

Recenzja pracy

Praca jest ciekawa a jej Autor wykazuje znaczącą erudycję w zakresie tematyki kometarnej. Rozprawa doktorska obejmuje cały wachlarz zagadnień związanych z ewolucją jąder kometarnych a w szczególności i ich ewolucją wybuchową. Należy podkreślić, że Autor rozważa jądra kometarne o kształcie wydłużonej lub spłaszczonej elipsoidy. Istotne jest także dyskusowanie materiału kometarnego w postaci ziaren jedno-, dwu-, lub trójwarstwowych.

W tekście pracy brakuje mi wyraźnego oddzielania tych fragmentów pracy, które pochodzą od Autora od tych partii materiału, które zostały napisane na podstawie literatury przedmiotu.

Uważam, że praca spełnia warunki stawiane pracom doktorskim. Wniosuję o dopuszczenie magistra Marcina Wesołowskiego do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania mu stopnia doktora.

24.05.2017

J. Liliwa Kopystyński