

AKTYWNY SYSTEM CHŁODZENIA TELESKOPU (ASCT)

1. Wstęp
2. Termika Newtonów - czyli co psuje nasze obrazy
3. Stare metody
4. Nowe podejście - narodziny ASCT
5. Wykonanie
6. Testy
7. Epilog

1.Wstęp

Od półtora roku jestem posiadaczem Newtona 130/620 firmy ASTROKRAK. Przez ten czas ukazał mi on wiele wspaniałych obiektów naszego nieba. Od początku zaakceptowałem jego niemiłą cechę - wspólną zresztą dla wszystkich Newtonów - potrzebę wychłodzenia teleskopu. Był to właściwie jedyny negatywny czynnik przy obserwacjach, potrzeba wynoszenia teleskopu wcześniej na balkon dla jego wystudzenia.



Okolo roku temu przeczytałem w Sky&Telescope artykuł pana Alana Adlera o termice Newtonów. Wtedy zrozumiałem, co psuje obrazy przed wystudzeniem teleskopu i jak temu częściowo zaradzić. Jednak pomysł z wycinaniem dziury w tubie teleskopu ponad zwierciadłem głównym niezbyt mi się spodobał. W maju zakupiłem drugi teleskop na bazie obiektywu MTO. Od razu urzekły mnie dawane przez niego

spokojne obrazy. Po 15 minutach na polu obraz był stabilny, a krążki dyfrakcyjne gwiazd dobrze zdefiniowane. Jednak nie mógł on konkurować z większym o 3 cm Newtonem pod względem zasięgu i rozdzielczości. Dlatego też zwykle sesje obserwacyjne zaczynałem z MTO, a po 2 godzinach przesiadałem się na Newtona.

Miesiąc temu w styczniowym Sky&Telescope pojawił się kolejny artykuł pana Alana Adlera. Autor opisuje w nim, w jaki sposób ostatecznie poradził sobie z problemami termicznymi w swoim teleskopie. Ponieważ właśnie zamówiłem o wiele większy instrument (33cm) ucieszyłem się, że problem ten został rozwiązany. Na razie jednak postanowiłem wykonać prototyp urządzenia dla mojego obecnego teleskopu Newtona.

2.Termika Newtonów - czyli co psuje nasze obrazy

Na początek trochę teorii aby poznać naszego wroga. Znajomość wroga to pierwszy krok do jego pokonania.

Jak pokazują badania pana Alana Adlera największe zniekształcenia obrazu powstają w odległości ok. 1-2 cm od lustra. W swoich badaniach korzystał on z kamer termowizyjnych i badał zniekształcenia czoła fali światła po odbiciu od lustra. Przyczyną zniekształceń są fale ciepłego powietrza unoszące się nad rozgrzanym lustrem. Powietrze cieplejsze ma inny współczynnik załamania światła niż powietrze zimne. Stąd pochodzą zniekształcenia wiązki światła, która ulega załamaniu na granicy tych dwóch ośrodków. Wielkość zniekształceń zależy od różnicy temperatur pomiędzy obszarami powietrza co przekłada się na różnice temperatur pomiędzy lustrem, a otoczeniem. Badania pokazują, że nawet różnica temperatur wielkości 1 stopnia Celsjusza powoduje znaczącą degradację obrazu przy powiększeniach powyżej 100x.

3.Stare metody

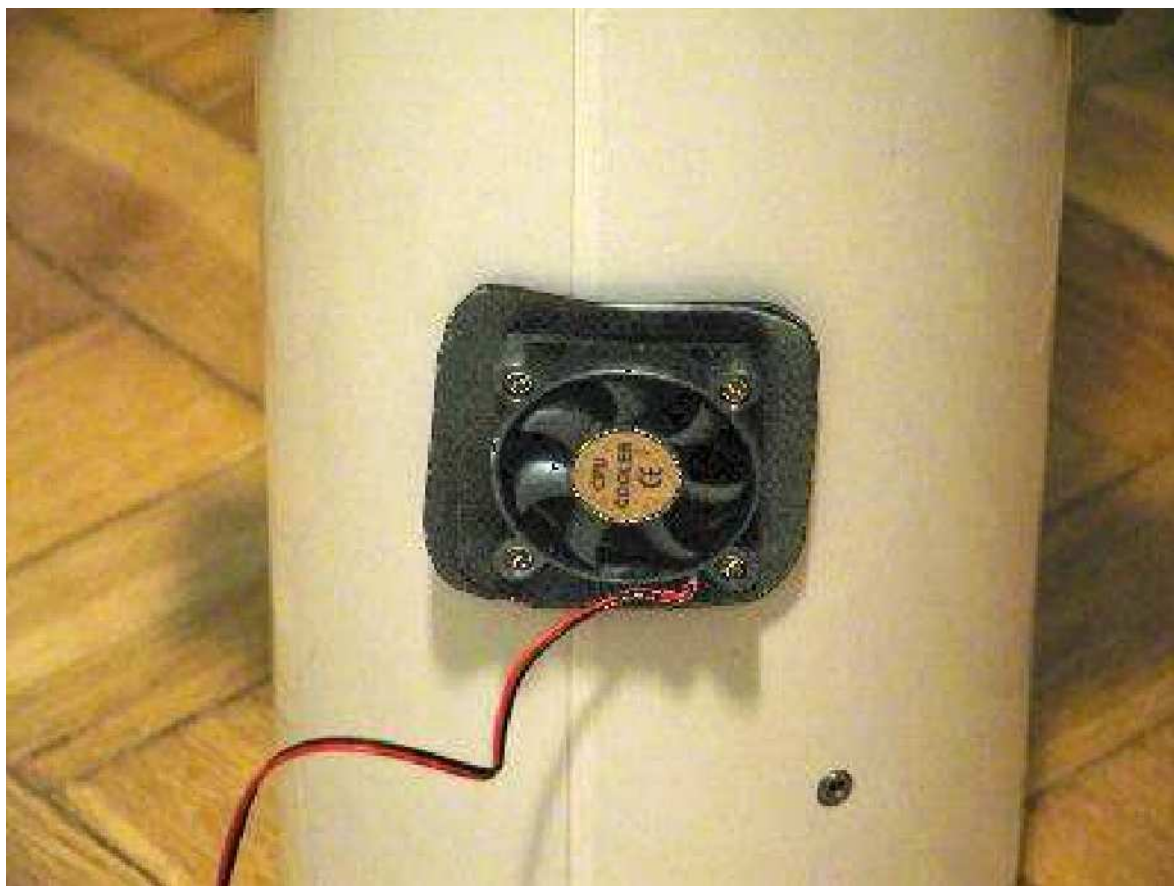
Najprostszą metodą eliminacji fal termicznych jest się ochłodzenie lustra do temperatury otoczenia. Można tego dokonać poprzez pozostawienie teleskopu na zewnątrz przez pewien czas.

Niestety przy większych teleskopach nie zdaje to egzaminu. Po prostu lustro chłodzi się wolniej niż następuje spadek temperatury w ciągu nocy. W ten sposób duże teleskopy mogą nie osiągnąć temperatury otoczenia nawet przez całą noc.

Rozwiązaniem jest zastosowanie wentylatorów dmuchających na lustro z tyłu i przyspieszających proces chłodzenia. Nadal jednak czas chłodzenia wynosi od 1/2 do 2 godzin.

Chętnym do sprawdzenia jak długo następuje chłodzenie lustra teleskopu polecam program COOL.EXE do ściągnięcia ze strony:

www.SkyandTelescope.com/resources/software/cool.html Można w nim symulować czas stygnięcia luster o różnej grubości z zastosowaniem wentylatora i bez.



4. Nowe podejście - narodziny ASCT

Sytuacja wydawała się bez wyjścia przez ostatnie kilkadziesiąt lat.

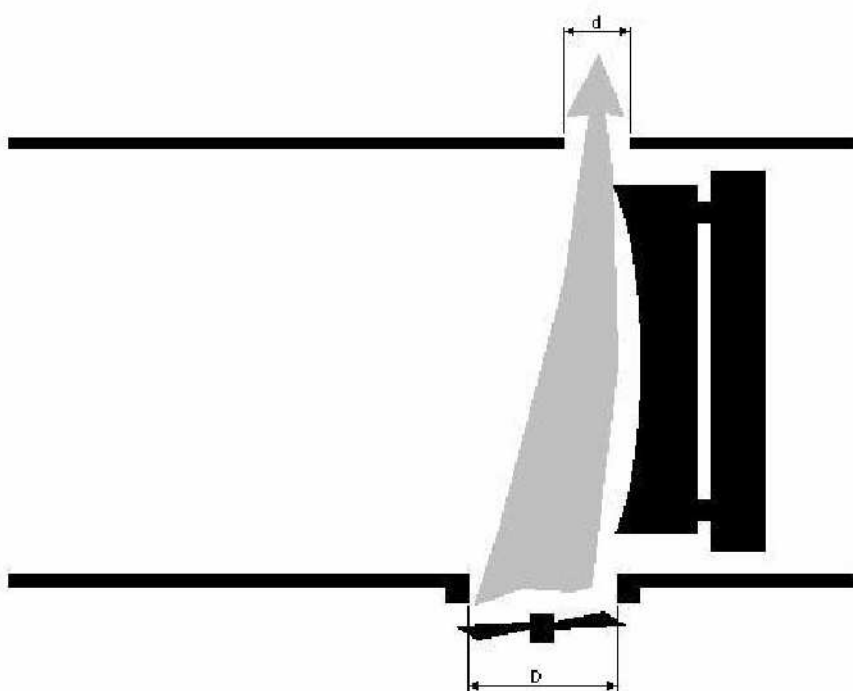
Na szczęście są ludzie, którzy nie przyjmują rzeczy takimi jakie są tylko próbują je zmieniać. Jedną z takich osób jest John Dobson wynalazca jakże popularnego dzisiaj typu montażu teleskopów. To jego montaż otworzył drogę do dużych teleskopów dla miłośników astronomii. Drugim takim człowiekiem jest Alan Adler. Przez ostatnie kilka lat zajmował się on projektem stworzenia taniego reflektora który dawałby obrazy porównywalne z refraktorem. Wygląda na to, że w tym roku ostatecznie udało mu się to osiągnąć. Jedną z części jego pracy było stworzenie metody wytwarzania super gładkich luster parabolicznych poprzez naciąganie luster sferycznych do kształtu paraboli. Inną częścią pracy była walka z efektami termicznymi w tubie teleskopu.

Rozwiązanie zaproponowane przez pana Adlera jest niezwykle proste a przez to genialne i tanie. Ponieważ główną przyczyną degradacji obrazu jest różnica załamania światła w zimnym powietrzu i w ciepłym powietrzu powstającym nad lustrem teleskopu, należy pozbyć się ciepłego powietrza jednocześnie mieszając je z powietrzem zimnym tak aby nie było wyraźnej granicy ośrodków.

Aby tego dokonać wystarczy umieścić wentylator w otworze tubusu teleskopu z boku lustra, dmuchający równoległe do powierzchni lustra i zdmuchujący ciepło wydzielane przez lustro w kierunku otworów umieszczonych na przeciwległej ścianie tubusu.

Wentylator taki spełnia 4 funkcje:

zdmuchuje ciepłe powietrze znad lustra i odprowadza je poza tubę teleskopu,
miesza ciepłe powietrze z zimnym nie pozwalając na powstanie granicy ośrodków,
bardzo efektywnie chłodzi lustro,
nie pozwala na osiadanie rosy na lustrze.



Tak właśnie powstał ASCT - Aktywny System Chłodzenia Teleskopu.

Cechy konstrukcji ASCT:

Otworów odprowadzających powinno być 5, rozmieszczonych równomiernie na 30% obwodu tubusa.

Suma powierzchni wszystkich otworów odprowadzających powinna być równa powierzchni otworu wlotowego, w którym umieszczony jest wentylator.

Otwory odprowadzające powinny być cofnięte tak aby $\frac{1}{3}$ ich średnicy była "przysłonięta przez lustro główne" - wtedy powietrze będzie "omywać" powierzchnię lustra aby dostać się do otworów odprowadzających.

Otwór wlotowy umieszczony jest tak, że jego krawędź jest na wysokości krawędzi lustra głównego.

Średnica wentylatora ASCT

Do teleskopu o średnicy lustra 13cm wystarcza wentylator o średnicy 5cm i mocy 1.4W.

Do teleskopu 20cm należy stosować wentylator o średnicy 7.5cm

Do teleskopów powyżej 25cm celowe będzie użycie dwóch wentylatorów tak aby strumień powietrza omiatał całe lustro.

Problemy z wibracjami w ASCT.

Ponieważ wentylator może wpadać w wibracje przy pracy z maksymalną szybkością, należy użyć potencjometru do sterowania szybkością wentylatora.

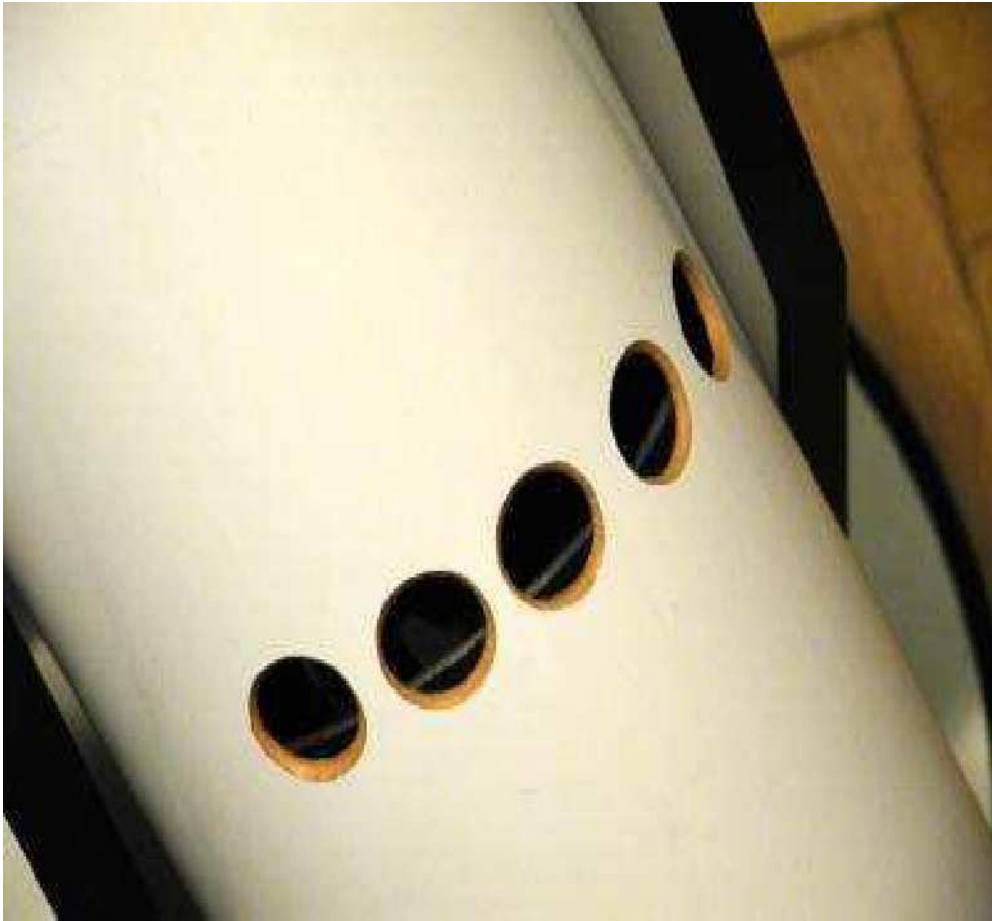
Ponadto wentylator powinien być przymocowany do tuby za pośrednictwem podkładki z miękkiej gumy tłumiącej wibracje.

5. Wykonanie

Przystępując do wykonania ASCT dla mojego Newtona przygotowałem listę potrzebnych części. Znalazły się na niej:

Wentylator od komputera,
potencjometr obrotowy,
kabel,
bateria zasilająca.

Wszystkie części kupiłem bez problemu na giełdzie elektronicznej. Do teleskopu 13cm wybrałem wentylator do chłodzenia procesorów o średnicy 5cm i mocy 1.4W. Cena wentylatora to 20zł. Potencjometr obrotowy 220 omów kosztował 2 zł, a 1m kabla, 50 groszy. Co do baterii zdecydowałem się na mały akumulator żelowy o napięciu 12V i pojemności 4.5Ah. Kosztował on 60zł. Akumulator taki jest wystarczająco duży aby oprócz wentylatora (lub dwóch) zasilać montaż paralaktyczny przez całą noc. Cena urządzenia wyniosła więc 82,50zł.



Montaż układu elektrycznego był bardzo prosty. Połączenie szeregowe wentylatora wraz z potencjometrem. W celu ułatwienia sobie pracy z teleskopem założyłem, że bateria wraz z przymocowanym do niej na stałe potencjometrem będzie spoczywała w montażu, a połączenie z wentylatorem będzie realizowane przez wtyczkę. Wtyczka i gniazdko znajdowały się w pudełku wraz z wentylatorem.

Po zmontowaniu układu elektrycznego i przetestowaniu jego działania (wentylator się kręcił a jego obroty można było regulować potencjometrem), przygotowałem podkładki z gumy pod wentylator. Następnie pozostało policzenie ilości i rozmieszczenia otworów.

Dla otworu wlotowego o średnicy 5cm otwory odprowadzające mają średnicę 2.25cm. Łatwo to obliczyć ze wzoru:

$$d = \sqrt{D \cdot D / 5}$$

gdzie:

D - średnica otworu wentylatora,

d - średnica otworów odprowadzających.

Tubus ma średnicę 16cm i obwód ok 50cm. Ponieważ pamiętamy że powinny one zajmować 30% obwodu tubusa więc obliczymy odległość pomiędzy otworami ze wzoru:

$$l = d + (Ob \cdot 0.3 - 5 \cdot d) / 4$$

Gdzie:

l - szukana odległość pomiędzy środkami otworów odprowadzających,

Ob - obwód tubusa,

d - średnica otworów odprowadzających.

Otwory odprowadzające rozmieszczone są w odległości $l = 3.25$ cm od siebie. Odległość pomiędzy początkiem pierwszego, a końcem ostatniego otworu wynosi 15.25 cm co jest równe w przybliżeniu 30% obwodu tubusa.

Następnego dnia udałem się do firmy Astrokrak w celu wywiercenia otworów w tubusie teleskopu. Właściciel firmy pan Janusz Pleszka kilka razy pytał mnie czy na pewno chcę wiercić otwory w tubusie.

W końcu przystąpiliśmy do pracy. Przy pomocy fachowych narzędzi po chwili otwory zostały wywiercone i sfazowane. Następnie wentylator został przykręcony na miejsce.

Przed nami stał pierwszy w Polsce teleskop wyposażony w ASCT.

6. Testy

Pierwsze testowe obserwacje zostały wykonane natychmiast po zamontowaniu wentylatora w firmie ASTROKRAK. Teleskop został umieszczony na podwórku przed firmą i skierowany na Saturna. Była godzina 17 i niebo nie całkiem jeszcze ciemne. Teleskop był nie wychłodzony i obraz Saturna rozpływał się przy powiększeniu 119x. Włączyliśmy wentylator ... i stał się cud. Obraz wyostrzył się i uspokoił. Zmieniliśmy okular na 3.8mm (168x) i obraz pozostał stabilny. W chwilach spokoju atmosfery widać było przerwę Cassiniego (przez teleskop który był na polu od 3 minut!!!). Robiliśmy testy wyłączając wentylator i natychmiast następowało pogorszenie jakości obrazu. Następnie rozpoczęliśmy obserwacje Jowisza. Ponieważ zbliżało się właśnie przejście WCP przez południk centralny. Plama była widoczna jako jasna przerwa w części południowego pasa równikowego. O 18 przyszły chmury i musieliśmy przerwać testy.

Kolejny test wykonałem następnego wieczoru. Zaraz po przyjsciu z pracy wystawiłem teleskop na balkon. Temperatura teleskopu wynosiła 21 stopni, a temperatura powietrza ok 9 stopni. Wiał dosyć silny wiatr. Ustawiłem powiększenie 156x i spojrzałem na Saturna. Obraz był bardzo rozmazany. Po włączeniu wentylatora obraz się wyostrzył. Wyraźnie ujrzałem cień planety na pierścieniu. Seeing był zbyt słaby aby ujrzeć przerwę Cassiniego. Do sprawdzania seeingu używałem wystudzonego MTO stojącego obok. W żadnym momencie sesji MTO nie był w stanie konkurować z Newtonem zaopatrzonym w ASCT.

Ujawnił się ciekawy efekt. Ognisko lustra głównego ulegało przesunięciu za każdym razem gdy włączałem lub wyłączałem wentylator. Jest to dowód na to że warstwa ciepłego powietrza tuż nad lustrem wpływa na jego ogniskową. Zmiana wynosiła około 1 mm. O podobnym efekcie pisał pan Alan Adler w swoim artykule.

Po 20 minutach obserwacji zostawiłem teleskop na balkonie i wróciłem do domu. Po kolejnych 40 minutach teleskop był całkowicie wystudzony. I tutaj ujawnił się kolejny efekt. Przy wystudzonym teleskopie włączenie wentylatora powodowało widoczną degradację obrazu. Dlatego też kolejnych obserwacji dokonywałem przy wyłączonym urządzeniu.

7.Epilog

Nadeszły ciężkie czasy dla mojego MTO. Popadł w cień swojego większego kolegi. Teraz gdy mogę używać Newtona od początku każdej sesji obserwacyjnej, MTO pozostanie wyłącznie małym instrumentem wyjazdowym.

Namawiam wszystkich posiadaczy Newtonów do zamontowania ASCT. Za cenę kilkudziesięciu złotych otrzymujemy system który:
pozwala na prowadzenie obserwacji nie wystudzonym teleskopem i
wielokrotnie redukuje czas stygnięcia teleskopu.

Czegóż chcieć więcej?

Bibliografia:

Alan Adler "Thermal Management In Newtonian Reflectors" Sky&Telescope January 2002 str 132.