

POUŽITÍ UHLÍKOVÝCH KOMPOZITŮ PŘI KONSTRUKCI SPECIÁLNÍCH DALEKOHLEDŮ

Using Carbon Composites by Design of Special Telescopes

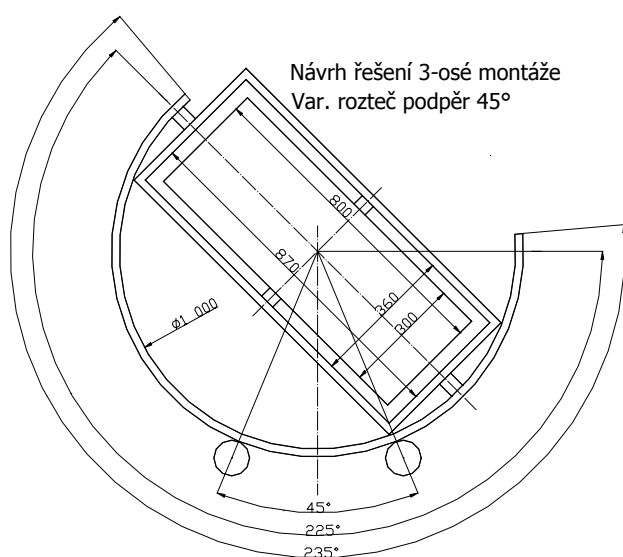
Lukáš Marek, Josef Zicha

Abstrakt: Konstrukce speciálních astronomických přístrojů musí vyhovět rozličným požadavkům. V mém případě, expediční montáže pro pozorování zatmění slunce, je to především hmotnost celku a odolnost materiálů proti povětrnostním vlivům. Nedostatek prototypu objektivu pro tato pozorování spočíval zejména v jeho hmotnosti, proto jsem se v návrhu nové verze rozhodl pro použití trubky z kompozitu s uhlíkovými vlákny. Další výhodou tohoto řešení je možnost ovlivnění teplotní roztažnosti kompozitu a jeho tuhosti. To vede k výraznému snížení hmotnosti celé montáže při použití „příhradové“ konstrukce z uhlíkových trubek.

Key words: uhlíkový kompozit, speciální dalekohled, sluneční koróna, zatmění slunce

1. Co předcházelo návrhu použít uhlíkové kompozity

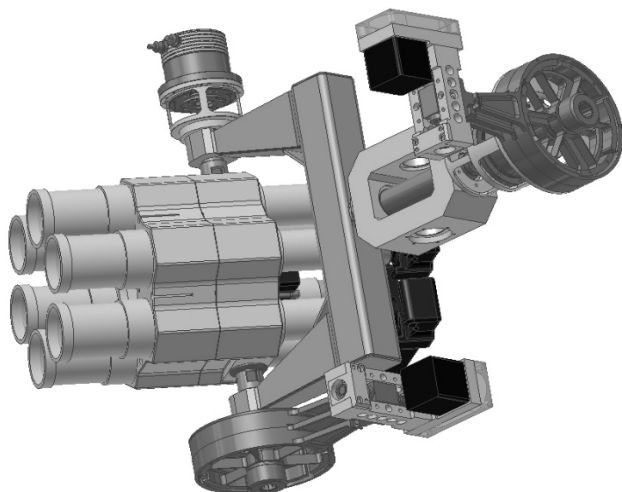
Pozorováním zatmění Slunce a sluneční koróny se zabývá mnoho pracovišť a odborníků. Především pozorování úplných zatmění Slunce má velký přínos pro pochopení sluneční fyziky. Je zde jedinečná možnost pozorovat části vnitřní a střední koróny, které zatím jinak pozorovat neumíme. Úplné zatmění je však jev velice zřídka pozorovatelný a trvá maximálně 6 minut.



Obr. 1.1: Koncepte rámové montáže v C-kolibce.

To vše dává rozličné požadavky na speciální přístroj pro toto určený. Jsou to nízká hmotnost a rozebíratelnost na menší díly do 20kg hmotnosti pro transport do hůře přístupných míst. Dále je to odolnost proti vysokým a nízkým teplotám a agresivnímu prostředí třeba tropického rázu. Systém musí být

schopen po dobu totality přesně sledovat Slunce, tedy je nutné řešit hodinový pohon s polární osou nastavitelnou dle zeměpisné šířky. Poslední hlavní požadavek je množství snímků, které chceme získat pro další zpracování. Požadavek je až 1000 snímků což vede na synchronizovaný systém několika kamer, v našem případě 7 kamer.



Obr. 1.2: Model vidlicové montáže osazený navrženým prototypem objektivů. Jsou zde vidět i pružné klouby použité v návrhu pointace.



Obr. 1.3: Fotografie objektivu připraveného na testování.

Nejprve byla vytvořena celková koncepce přístroje. Ta měla 2 základní verze. Rámová montáž v C-kolíbce viz obr. 1.1 a vidlicová montáž, kterou rozpracoval D. Šesták, obr. 1.2. Na obr 1.2 je také vidět návrh pružného kloubu, který bude použit v pointačních mechanismech. Z tuhostních a hmotnostních důvodů vychází lépe rámová montáž, proto se dále budeme zabývat touto variantou.

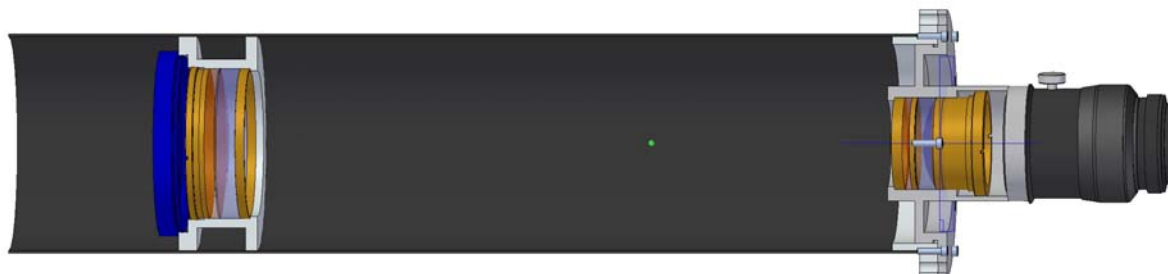
Pro zatmění v r. 2006 byla vyrobena mechanika pro jeden testovací objektiv. Její konstrukce vycházela z několikadílného duralového tubusu, který se nechal rozebrat k čištění vnitřku, nebo rozložit na transport, viz obr. 1.3. Důležité optické parametry objektivu jsou průměr vstupní pupily $D=100\text{mm}$ a ohnisková vzdálenost $f'=550\text{mm}$. Mechanika tohoto objektivu však nevyhověla především požadavkům na hmotnost a na úpravu vnějšího i vnitřního povrchu.

2. Objektiv z uhlíkové trubky

Požadavky na materiál a hmotnost vedly k jednání s firmou KompoTech, která vyrábí uhlíkové trubky pro sportovní výbavu, ale také třeba přesné válce do tiskařských strojů. Firma sama nabídla trubku s vnitřním průměrem 140 mm a možnost ovlivnit nejen hmotnost kompozitu, která je i tak velice nízká, ale také délkovou teplotní roztažnost a tuhost ve všech osách.

Uložení optických dílů bude stejné jako v duralové variantě s tím, že do trubky budou vlepena 2 duralová osazení, která ponесou veškerou optiku. Výstup z objektivu bude opět osazen díly BORG a fotoaparátem CANON EOS 20D. Pro přesné vlepení dílů byl navržen tuhý přípravek, který přesně vymezení polohu obou duralových osazení v prostoru.

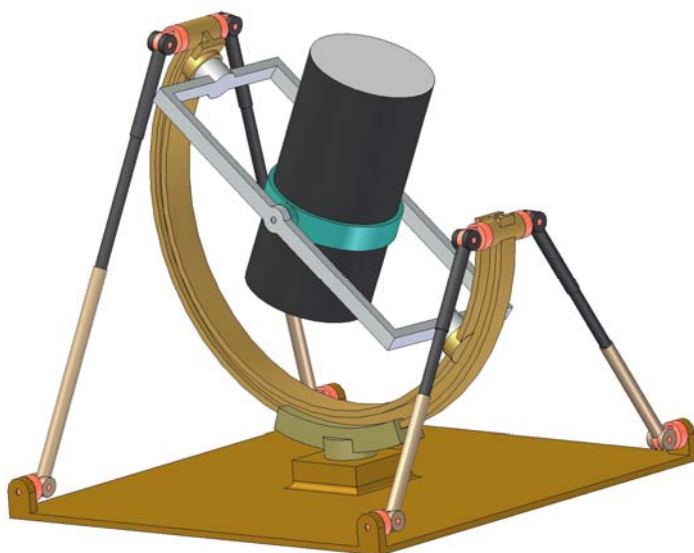
Předpokládaná hmotnost objektivu i s fotoaparátem je 4,5 kg. Řez modelem objektivu je na obr. 2.1.



Obr. 2.1: Řez modelem navrženého objektivu z uhlíkové trubky.

Nakonec byla vypočítána požadovaná teplotní roztažnost tubusu z uhlíkového kompozitu. Ta byla vypočítána pro změnu polohy teoretického ohniska od reálné polohy čipu při extrémních teplotách 80°C a -50°C. Zakalkulovány byly změny poloměru křivosti čoček a změny vzdáleností čoček v důsledku teplotní roztažnosti materiálů jednotlivých komponent. Nejvhodnější tepelná roztažnost uhlíkové části objektivu vyšla na $\alpha_K = 1,77 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

3. Montáž na principu redundantních mechanismů



Obr. 1.3: Model prostorového ustavení montáže.

„zavětřovat“ vůči podložce, viz. obr. 3.1.

K realizaci bude použito sady uhlíkových trubek předepsané délky a přesným mechanismem pro justáž délky celé podpěry. Sada odstupňovaných uhlíkových trubek bude vyměnitelná podle požadované délky podpěry. Přesný mechanismus pro přesné nastavení

V článku nebude popsáno konkrétní řešení jednotlivých pohonů rámu v kolébce a objektivů v rámu. Bude však popsán návrh vedoucí k výraznému odlehčení celé kolébky za použití principu „redundantních mechanismů“.

Klasická koncepce rámové montáže v C-kolébce přináší velká tuhostní úskalí pro ustavení kolébky na podložce. Kolébka musí mít vůči podložce přesně nastavitelný sklon osy rámu vůči rovině podložky. Rovina kolébky musí být otočná v podložce. Celá noha kolébky by musela být velice robustní, aby zamezila vibracím systému během pozorování. Naskytá se možnost prostorově celou kolébku

délky podpěry bude na principu manuálně nebo elektronicky ovládaného pohybového šroubu. Odečet polohy nastavení kolíčky bude odečítán přímo na noze kolíčky.

Celé toto řešení výrazně sníží hmotnost celku při zachování nebo zvýšení tuhosti. Přináší však nutnost přesného výpočetního algoritmu pro nastavení délek jednotlivých podpěr i jejich drobných změn během přípravy na pozorování. To je otázkou přesného kinematického rozboru.

Závěr

S uhlíkovými kompozity se dnes počítá při konstrukci mnoha speciálních zařízení. Jeho dostupnost se poslední dobou zlepšuje a jeho vlastnosti pro speciální účely jsou vynikající. U navrhovaného přístroje lze očekávat výrazné snížení hmotnosti celku při zachování tuhosti. Bohužel však zatím není k dispozici žádný prototyp pro další testování.

Literatura

- [1] V. Rušin, M. Rybanský: Slnečná koróna. VEDA Bratislava, 1990
- [2] M. Hajn: Přehled přesné mechaniky. SNTL Praha, 1969
- [3] J. Bumbálek: Základy technické optiky. Vydavatelství ČVUT v Praze, 1995