

G2 CCD kamera

Uživatelská příručka



Verze manuálu 3.3, modifikováno 25. září 2017

Tato publikace byla vytvořena ve snaze poskytnout přesné a úplné informace. Společnost Moravské přístroje a.s. nepřijímá žádné záruky týkající se obsahu této publikace a vyhrazuje si právo měnit obsah dokumentace bez závazku tyto změny oznámit jakékoli osobě či organizaci.

Kamery G2 nejsou autorizovány a nemohou být používány v systémech podpory života bez písemného svolení firmy Moravské přístroje. Záruka na produkt zahrnuje opravy a případně náhradu vadných součástí, nikoliv však náhradu jakýchkoliv následných škod.

Copyright © 2000-2017, Moravské přístroje a.s.

Moravské přístroje

Masarykova 1148

763 02 Zlín

tel./fax: +420 577 107 171

www: <http://www.gxccd.com/>

e-mail: info@gxccd.com

Obsah

Úvod.....	4
Kamera G2 a příslušenství.....	6
CCD a elektronika kamer.....	9
CCD čip.....	12
Model G2-0402.....	13
Model G2-1600.....	13
Model G2-3200.....	14
Model G2-8300.....	14
Model G2-2000.....	14
Model G2-4000.....	15
Elektronika kamery.....	15
Model G2-0402.....	16
Model G2-1600.....	16
Model G2-3200.....	17
Model G2-8300.....	17
Model G2-2000.....	17
Model G2-4000.....	17
Chlazení CCD a napájecí zdroj.....	18
Napájecí zdroj.....	18
Mechanické specifikace.....	21
Kamera s interním filtrovým kolem.....	22
Kamera s externím filtrovým kolem „XS“.....	24
Adaptéry dalekohledů.....	26
Adaptér pro mimo-osovou pointaci (OAG).....	27
Uchycení kamery přímo na montáž.....	28
Barevné varianty kamer.....	29
Údržba kamery.....	30
Výměna pohlčovače vlhkosti.....	30
Výměna pohlčovače vlhkosti.....	31
Výměna filtrů.....	33
Otevření hlavy kamery.....	33
Výměna celého filtrového kola.....	34
Výměna adaptéru dalekohledu.....	35
Pojistka napájecího zdroje.....	35
Revize kamer G2.....	36
Revize 1.....	36
Revize 2.....	36
Revize 3.....	37
Revize 4.....	38

Úvod

Děkujeme za zakoupení kamery série G2. Série chlazených „slow-scan“ kamer G2 je vyvíjena pro zobrazování v podmínkách extrémně slabého osvětlení v astronomii, mikroskopii apod. Vývojový tým se zaměřil na každý detail mechaniky, chlazení, elektroniky i programové podpory, aby vytvořil špičkový produkt. Kamery G2 CCD se vyznačují kompaktní a robustní konstrukcí, řadou pokročilých vlastností, bohatou programovou podporou a snadnou obsluhou.

Kamery G2 mohou obsahovat interní filtrová kola s 5 nebo 6 pozicemi. Varianty kamer bez interního kola dokáží ovládat externí filtrová kola se 7 až 12 pozicemi v závislosti na typu externího kola a velikosti filtrů.

Dovolujeme si upozornit, že kamery G2 CCD jsou navrhovány k práci spolu s osobním počítačem (PC). Na rozdíl od digitálních fotoaparátů, které pracují na počítači nezávisle, vědecké chlazené CCD kamery vyžadují počítač pro řízení, nahrávání obrázků, jejich zpracování a ukládání apod. K práci s kamerami G2 CCD je zapotřebí počítač, který:

1. Je kompatibilní se standardem PC.
2. Pracuje s moderním 32 bitovým nebo 64 bitovým operačním systémem Windows.

Ovladače pro 32 bitové a 64 bitové systémy Linux jsou také k dispozici, ale program pro ovládání kamery a zpracování obrazu, dodávaný spolu s kamerami, vyžaduje k práci operační systém Windows.

3. Je vybaven alespoň jedním USB portem.

Kamery G2 CCD jsou navrhovány pro práci s USB 2.0 high-speed (480 Mbps) rozhraním. Ačkoliv jsou plně zpětně kompatibilní s rozhraním USB 1.1 full-speed (12 Mbps), čas stahování obrázků je při použití takového rozhraní delší.

Jednoduché a levné zařízení zvané USB rozbočovač (USB hub) může rozšířit počet USB portů. Typický USB rozbočovač zabere jeden USB port v počítači a poskytne čtyři volné USB porty. Je nutno se ale

ujistit, že použitý rozbočovač je kompatibilní se standardem USB 2.0 high-speed.

Je ale nutné mít na paměti, že pokud je k USB rozbočovači připojeno více zařízení, rozbočovač musí k přenosu dat do PC používat svou jedinou linku. Ačkoliv kamery G2 CCD pracují i po připojení přes rozbočovač, může to mít negativní vliv na dobu stahování snímků. Doporučujeme proto připojit přes rozbočovač jiná USB zařízení (USB myš apod.) a pro kameru rezervovat přímé připojení přímo do PC.

4. Alternativně je možné použít rozhraní Gx Camera Ethernet Adapter. Tento adaptér dokáže připojit až 4 kamery série Gx (tedy nejen G2, ale i velkoformátové G3 a G4 stejně jako pointační G0 a G1) nabízí 1 Gbps a 10/100 Mbps rozhraní Ethernet pro přímé spojení s řídicím počítačem. Protože počítač pak s kamerami komunikuje protokolem TCP/IP, je možné do cesty vložit např. WiFi most nebo jiné síťové zařízení.

Kamery G2 potřebují k práci externí napájecí zdroj. Není možné provozovat kameru z napájení poskytovaného USB připojením, což bývá obvyklé u malých a jednoduchých kamer (např. u tzv. webových kamer). Kamery G2 obsahují velmi efektivní chlazení CCD čipu, mechanickou závěrku a filtrové kolo, takže jejich spotřeba přesahuje možnosti USB napájení. Na druhé straně samostatné napájení zbavuje uživatele problémů s úbytkem napětí na příliš dlouhých USB kabelech, s rychlým vybíjením baterií přenosných počítačů apod.

Kamera G2 musí být připojena k nějakému optickému systému (např. k dalekohledu), aby mohla snímat obrazy. Kamera je navrhována pro dlouhé expozice, nezbytné k zachycení velmi slabých objektů. Pokud je kamera použita s dalekohledem, je nezbytné, aby dalekohled na montáži dokázal hladce sledovat objekt během celé expozice.

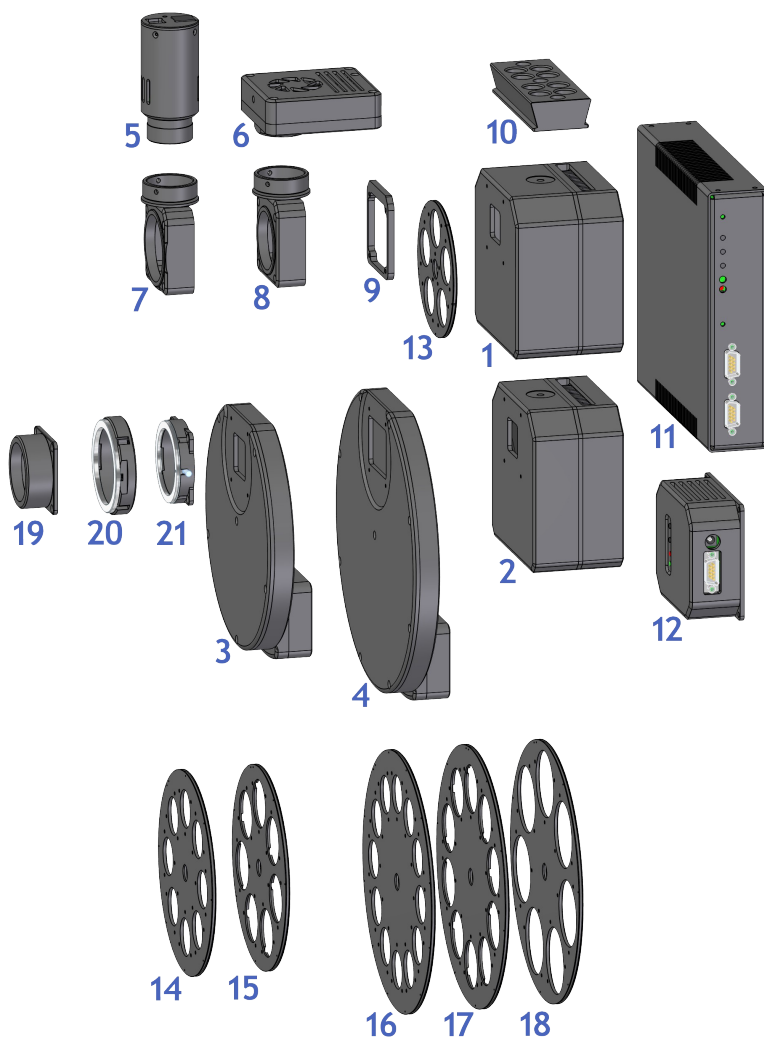
Kamera G2 a příslušenství

Kamera G2 může být snadno kombinována z řadou prvků celého systému. Různé konfigurace vyhovují rozdílným požadavkům podle aplikace, dalekohledu, filtrů, pointaci atd. Kamera je vyráběna ve dvou variantách:

- Kamera s interním filtrovým kolem.
- Kamera s řídicím portem pro externí filtrové kolo. Tento model dovoluje připojení několika variant externích filtrových kol, lišících se počtem a velikostí filtrů.



Obr. 1: Kamera G2 bez filtrového kola (vlevo), s interním filtrovým kolem (uprostřed) a s připojeným externím filtrovým kolem (vpravo).



Obr. 2: Schema komponent systému kamer G2

Komponenty systému kamer G2 zahrnují:

1. Hlava kamery G2 s interním filtrovým kolem (5 nebo 6 pozic)
2. Hlava kamery G2, dovolující použití externího filtrového kola
3. Externí filtrové kolo velikosti „XS“ (7 nebo 8 pozic)
4. Externí filtrové kolo velikosti „S“ (10 nebo 12 pozic)
5. Pointační kamera G0
6. Pointační kamera G1
7. OAG adaptér se závitem M48×0.75
8. OAG adaptér se závitem M42×0.75 (T2)
9. Vložka kompenzující vzdálenost k senzoru IFW a EFW kamer
10. 1.75" Lichoběžníková liška „rybina“ pro kamery G2
11. Gx Camera Ethernet Adapter (x86 CPU)
12. Gx Camera Ethernet Adapter (ARM CPU)

Camera Ethernet Adapter dovoluje připojení až 4 kamer Gx libovolného typu na jedné straně a 1 Gbps Ethernet rozhraní na druhé straně. Tento adaptér umožňuje připojení kamer Gx směrovatelným protokolem TCP/IP na prakticky neomezenou vzdálenost.

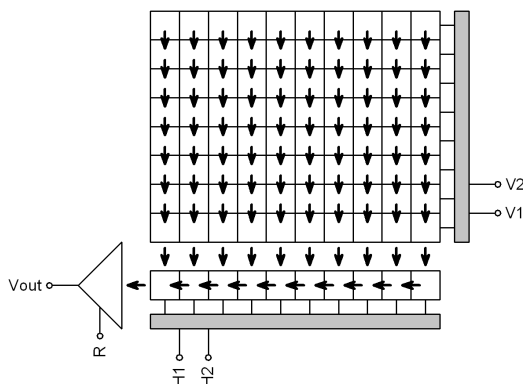
13. Interní filtrové kolo s 5 pozicemi pro 1,25"/D31 mm filtry
14. Externí filtrové kolo „XS“ s 8 pozicemi pro 1.25"/D31 mm filtry
15. Externí filtrové kolo „XS“ se 7 pozicemi pro D36 mm filtry
16. Externí filtrové kolo „S“ s 12 pozicemi pro 1.25"/D31 mm filtry
17. Externí filtrové kolo „S“ s 10 pozicemi pro D36 mm filtry
18. Externí filtrové kolo „S“ se 7 pozicemi pro 2"/D50 mm filtry
19. Adaptér M42×0.75 (T-závit) nebo M48×0.75, 55 mm BFD
20. Adaptér pro objektivy Canon EOS
21. Adaptér pro objektivy Nikon

CCD a elektronika kamer

Kamery série G2 jsou vyráběny se dvěma typy CCD detektorů:

- **Kamery G2 s detektory OnSemi KAF s tzv. „Full Frame“ (FF) архитектурou.** Prakticky celá plocha pixelů CCD čipů s touto архитектурou je vystavena světlu. Z tohoto důvodu má tento typ detektorů velmi vysokou kvantovou účinnost. FF CCD určené pro vědecké aplikace nebývají vybaveny tzv. Anti-Blooming elektrodou (ABG), zabráňující přetékání náboje do sousedních pixelů při přeexponování, což zajišťuje lineární odezvu na světlo v celém dynamickém rozsahu. FF CCD detektory používané pro astrofotografii ABG elektrodu mají, ABG elektroda ale snižuje citlivost CCD.

Kamery s FF CCD čipy bez ABG jsou tedy vhodné pro vědecké aplikace, kde je linearita kamery základním předpokladem pro fotometrická měření v astronomii, mikroskopii apod. Vysokou kvantovou účinnost lze využít také pro úzkopásmovou astronomickou fotografii, kde k přeexponování zpravidla nedochází a případně pro fotografii plošně malých objektů, v jejichž zorném poli se nevyskytuje příliš jasná hvězda.

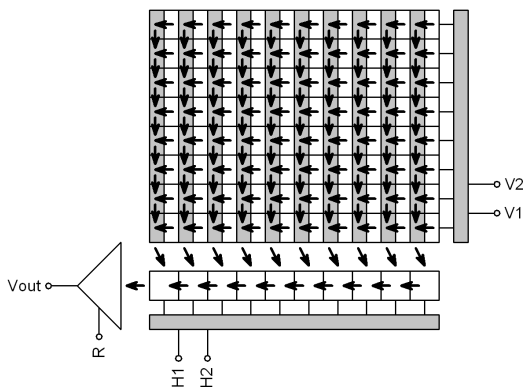


Obr 3: Schéma „Full Frame“ CCD čipu

- **Kamery G2 s detektory OnSemi KAI s tzv. „Interline Transfer“ (IT) архитектурou.** Na ploše CCD čipů s touto архитектурou je vždy vedle sloupce pixelů zachycujících světlo sloupec zastíněný, označovaný jako vertikální registr. Na konci expozice stačí jediným impulsem přenést náboj naakumulovaný v pixelech do vertikálních registrů. Poté je náboj již obdobně jakou v případě FF detektorů přenášen z vertikálních registrů do horizontálního registru a digitalizován. Tento mechanismus je také označován jako „elektronická závěrka“, neboť dovoluje pořizování velmi krátkých expozic a také dovoluje vyčítání snímku bez zastínění čipu mechanickou závěrkou.

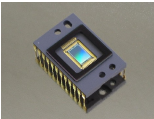
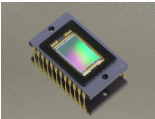
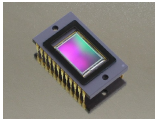
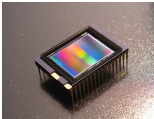
I kamery G2 s těmito CCD detektory jsou vybaveny mechanickou závěrkou, protože elektronická závěrka např. nedovoluje pořízení temných snímků, potřebných pro kalibraci obrazu, apod.

Za elektronickou závěrku platí IT detektory nižší kvantovou účinností ve srovnání s FF čipy. Zpravidla jsou také všechny IT detektory vybaveny ABG a dovolují tedy snímat i velmi jasné objekty bez přetoků náboje do vedlejších pixelů.



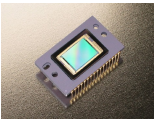
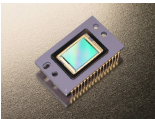
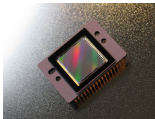
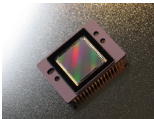
Obr 4: Schéma „Interline Transfer“ CCD čipu

Kamery G2 s Full Frame CCD detektory zahrnují následující modely:

Model	G2-0402	G2-1600	G2-3200	G2-8300
CCD čip	KAF-0402ME	KAF-1603ME	KAF-3200ME	KAF-8300
Rozlišení	768×512	1536×1024	2184×1472	3358×2536
Velikost pixelu	9×9 μm	9×9 μm	6,8×6,8 μm	5,4×5,4 μm
Rozměry čipu	6,9×4,6 mm	13,8×9,2 mm	14,9×10,0 mm	18,1×13,7 mm
ABG	Ne	Ne	Ne	Ano
Barevný čip	Ne	Ne	Ne	Ne (viz. pozn.)
				

Kamera G2-8300 je k dispozici i ve verzi G2-8300C s barevným CCD čipem (s Bayerovou maskou), schopným pořizovat barevné snímky jedinou expozicí.

Kamery G2 s Interline Transfer CCD detektory zahrnují následující modely:

Model	G2-2000	G2-2000C	G2-4000	G2-4000C
CCD čip	KAI-2020	KAI-2020	KAI-4022	KAI-4022
Rozlišení	1604×1204	1604×1204	2056×2062	2056×2062
Velikost pixelu	7,4×7,4 μm	7,4×7,4 μm	7,4×7,4 μm	7,4×7,4 μm
Rozměry čipu	11,8×9,0 mm	11,8×9,0 mm	15,2×15,2 mm	15,2×15,2 mm
ABG	Ano	Ano	Ano	Ano
Barevný čip	Ne	Ano	Ne	Ano
				

Kamery označené příponou „C“ obsahují CCD čip pokrytý tzv. Bayerovou maskou. Před jednotlivými pixely jsou barevné filtry základních barev

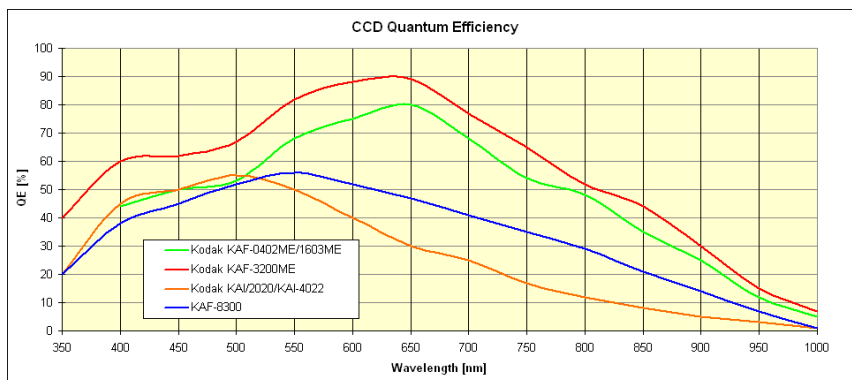
(červená, zelená, modrá) a každý pixel tedy zachycuje světlo jen odpovídající patřičné barvě.

Tyto kamery jsou schopny pořídit barevný snímek jedinou expozicí a bez nutnosti výměny barevných filtrů. Na druhé straně barevná maska přináší menší citlivost a omezuje použití kamery např. pro snímání s úzkopásmovými filtry apod.

Protože každý pixel barevného snímače je pokryt filtrem propouštějícím právě jednu ze základních barev, je pro každý pixel nutno dopočítat (interpolovat) další dvě barvy, což přirozeně omezuje rozlišení barevného snímku. Snímání barevnými CCD detektory podrobněji popisuje kapitola „Barevné snímky“.

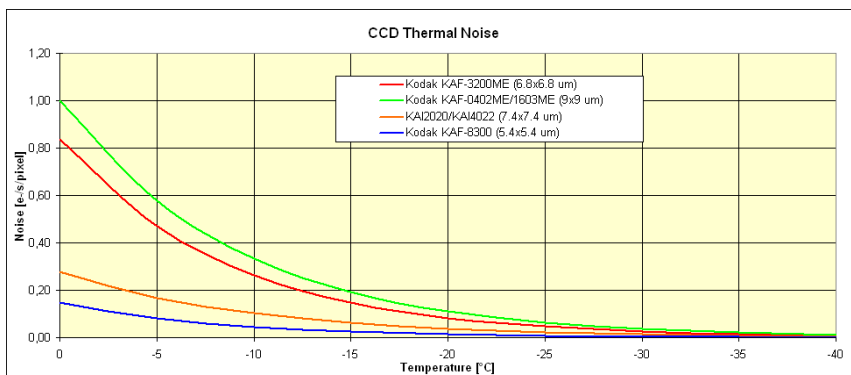
CCD čip

Kvantová účinnost (citlivost) CCD detektorů použitých v kamerách G2 závisí na daném modelu.



Obr 5: Citlivost některých CCD čipů OnSemi používaných v kamerách série G2

Vlastní temný proud těchto detektorů je velice nízký v porovnání s jinými CCD čipy s vlastnostmi vhodnými pro náročné vědecké aplikace, což vede k velice dobrému poměru signál/šum.



Obr 6: Temný proud CCD čipů OnSemi používaných v kamerách série G2

Model G2-0402

G2-0402 používá 0.4 MPx CCD OnSemi KAF-0402ME.

Rozlišení	768×512 pixelů
Velikost pixelu	9×9 μm
Obrazová plocha	6,9×4,6 mm
Plná kapacita pixelu	Přibližně 100 000 e ⁻
Plná kapacita výstupu	Přibližně 220 000 e ⁻
Temný proud	1 e ⁻ /s/pixel při 0°C
Zdvojení temného proudu	6.3 °C

Model G2-1600

G2-1600 používá 1.6 MPx CCD OnSemi KAF-1603ME.

Rozlišení	1536×1024 pixelů
Velikost pixelu	9×9 μm
Obrazová plocha	13,8×9,2 mm
Plná kapacita pixelu	Přibližně 100 000 e ⁻
Plná kapacita výstupu	Přibližně 220 000 e ⁻
Temný proud	1 e ⁻ /s/pixel při 0°C

Zdvojení temného proudu	6.3 °C
--------------------------------	--------

Model G2-3200

G2-3200 používá 3.2 MPx CCD OnSemi KAF-3200ME.

Rozlišení	2184×1472 pixelů
Velikost pixelu	6,8×6,8 μm
Obrazová plocha	14,9×10,0 mm
Plná kapacita pixelu	Přibližně 55 000 e ⁻
Plná kapacita výstupu	Přibližně 110 000 e ⁻
Temný proud	0,8 e ⁻ /s/pixel při 0°C
Zdvojení temného proudu	6 °C

Model G2-8300

G2-8300 používá 8 MPx CCD OnSemi KAF-8300.

Rozlišení	3358×2536 pixelů
Velikost pixelu	5,4×5,4 μm
Obrazová plocha	18,1×13,7 mm
Plná kapacita pixelu	Přibližně 25 000 e ⁻
Plná kapacita výstupu	Přibližně 55 000 e ⁻
Temný proud	0,15 e ⁻ /s/pixel při 0°C
Zdvojení temného proudu	5,8 °C

V modelu G2-8300C může být použit CCD detektor OnSemi KAF-8300 s barevnou (tzv. Bayerovou) maskou.

Model G2-2000

G2-2000 používá 2 MPx CCD OnSemi KAI-2020.

Rozlišení	1604×1204 pixelů
Velikost pixelu	7,4×7,4 μm
Obrazová plocha	11,9×8,9 mm
Plná kapacita pixelu	Přibližně 40 000 e ⁻

Plná kapacita výstupu	Přibližně 80 000 e ⁻
Temný proud	0,3 e ⁻ /s/pixel při 0°C
Zdvojení temného proudu	7 °C

V modelu G2-2000C může být použit CCD detektor OnSemi KAI-2020 s barevnou (tzv. Bayerovou) maskou.

Model G2-4000

G2-2000 používá 4 MPx CCD OnSemi KAI-4022.

Rozlišení	2056×2062 pixelů
Velikost pixelu	7,4×7,4 μm
Obrazová plocha	15,2×15,2 mm
Plná kapacita pixelu	Přibližně 40 000 e ⁻
Plná kapacita výstupu	Přibližně 80 000 e ⁻
Temný proud	0,3 e ⁻ /s/pixel při 0°C
Zdvojení temného proudu	7 °C

V modelu G2-4000C může být použit CCD detektor OnSemi KAI-4022 s barevnou (tzv. Bayerovou) maskou.

Elektronika kamery

16 bitový A/D převodník s korelovaným dvojitém vzorkováním zajišťuje vysoký dynamický rozsah a čtecí šum na úrovni samotného CCD čipu. Rychlé USB rozhraní dovoluje stažení snímku během několika sekund.

Poznámka

Uvedené hodnoty platí pro kamery revize G2 revize 4. Předěšlé revize se v některých parametrech mohou lišit. Rozdíly mezi jednotlivými revizemi jsou popsány v kapitole „Revize kamer G2“.

Některé parametry (např. zesílení kamery) jsou definovány systémovým ovladačem a mohou tedy záviset na verzi použitého ovladače. Pokud je použito rozhraní Gx Camera Ethernet Adapter, je verze použitého systémového ovladače dána verzí firmware této jednotky.

Rozlišení ADC	16 bitů
Vzorkování	Korelované dvojité vzorkování
Čtecí módy	Náhled (preview)
	Nízkošumový
Vodorovný binning	1 až 4 pixely
Svislý binning	1 až 4 pixely
Čtení podoblastí	Libovolná podoblast
Rozhraní	USB 2.0 high-speed
	USB 1.1 full-speed kompatibilní

Binning může být kombinován nezávisle v obou osách.

Čas stažení snímku a čtecí šum je závislý na konkrétním modelu kamery.

Model G2-0402

Zesílení	1,5e ⁻ /ADU (1×1 binning)
	2,0e ⁻ /ADU (jiný binning)
Systémový čtecí šum	14 e ⁻ (Nízkošumový mód)
	16 e ⁻ (Náhled)
Stažení celého snímku	0,7 s (Nízkošumový mód)
	0,5 s (Náhled)

Model G2-1600

Zesílení	1,5e ⁻ /ADU (1×1 binning)
	2,0e ⁻ /ADU (jiný binning)
Systémový čtecí šum	14 e ⁻ (Nízkošumový mód)
	16 e ⁻ (Náhled)
Stažení celého snímku	2,6 s (Nízkošumový mód)
	1,8 s (Náhled)

Model G2-3200

Zesílení	0,8 e ⁻ /ADU (1×1 binning)
	1,3e ⁻ /ADU (jiný binning)
Systémový čtecí šum	7 e ⁻ (Nízkošumový mód)
	10 e ⁻ (Náhled)
Stažení celého snímku	5,5 s (Nízkošumový mód)
	3,8 s (Náhled)

Model G2-8300

Zesílení	0,4 e ⁻ /ADU (1×1 binning)
	0,8 e ⁻ /ADU (jiný binning)
Systémový čtecí šum	8 e ⁻ (Nízkošumový mód)
	9 e ⁻ (Náhled)
Stažení celého snímku	14,2 s (Nízkošumový mód)
	9,8 s (Náhled)

Model G2-2000

Zesílení	0,5 e ⁻ /ADU (1×1 binning)
	0,8 e ⁻ /ADU (jiný binning)
Systémový čtecí šum	7 e ⁻ (Nízkošumový mód)
	9 e ⁻ (Náhled)
Stažení celého snímku	3,1 s (Nízkošumový mód)
	2,1 s (Náhled)

Model G2-4000

Zesílení	0,5 e ⁻ /ADU (1×1 binning)
	0,8 e ⁻ /ADU (jiný binning)
Systémový čtecí šum	7 e ⁻ (Nízkošumový mód)
	9 e ⁻ (Náhled)
Stažení celého snímku	6,7 s (Nízkošumový mód)
	4,5 s (Náhled)

Chlazení CCD a napájecí zdroj

Regulované dvoustupňové termoelektrické chlazení dokáže ochladit CCD čip až o 50 °C pod okolní teplotu. Horká strana Peltiérových článků je chlazená ventilátorem. Teplota CCD čipu je regulována s přesností ± 0.1 °C. Účinné chlazení minimalizuje vlastní temný proud CCD čipu a přesná regulace teploty dovoluje správnou kalibraci pořízených snímků.

Hlava kamery obsahuje dva tepelné senzory – první měří přímo teplotu CCD čipu, druhý senzor měří teplotu vzduchu chladicího horkou stranu Peltiérových článků.

Výkon chlazení závisí na okolních podmínkách a také na kvalitě napájení. Pokud napájecí napětí klesne pod 12 V, maximální tepelný rozdíl se zmenší.

Chlazení CCD čipu	Termoelektrické (Peltiérový) články
Maximální ΔT	>50 °C pod okolím
Regulovaný ΔT	48 °C pod okolím (při 85% chlazení)
Přesnost regulace	± 0.1 °C
Chlazení horké strany	Nucený oběh (ventilátor)

Maximální rozdíl teplot mezi CCD čipem a okolním vzduchem může přesáhnout 50 °C, pokud chlazení pracuje na 100% výkonu. Nicméně v takovém případě nemůže být teplota čipu účinně regulována, protože kamera nemá prostor k zesílení chlazení, pokud okolní teplota vzroste. Teplotní rozdíl 45 °C může být dosažen s chlazením pracujícím asi na 85% výkonu, což zaručuje dostatečný prostor k regulaci.

Napájecí zdroj

Možnost napájení neregulovaným stejnosměrným napětím 12 V dovoluje kameře G2 CCD pracovat z jakýchkoliv zdrojů, včetně baterií, síťových adaptérů apod. S kamerou je dodáván univerzální síťový adaptér 100-240 V AC/50-60 Hz, 60 W. Ačkoliv spotřeba kamery nepřesahuje 30 W,

maximální výkon 60 W u zdroje dodávaného s kamerou zajišťuje stabilitu napájení a minimální rušení.

Napájení kamery	12 V DC
Spotřeba kamery	15 W bez chlazení 40 W 100% chlazení
Napájecí konektor	5,5/2,5 mm, + uprostřed
Vstupní napětí zdroje	100-240 V AC/50-60 Hz
Výstupní napětí zdroje	12 V DC/5 A
Výkon zdroje	60 W

Spotřeba je měřena na síťové (AC) straně dodávaného 12 V napájecího adaptéru. Odběr kamery ze zdroje 12 V je menší než odpovídá uvedené hodnotě.

Kamera obsahuje vlastní napájecí zdroj pro elektroniku, takže může být napájena z neregulovaného zdroje 12 V DC – vstupní napětí může být mezi 10 a 14 V. Nicméně některé parametry (např. efektivita chlazení) se mohou při nižším napájení zhoršit.

Kamery G2 měří své napájecí napětí a poskytují jeho hodnotu ovládacímu programu. Hodnota napětí je zobrazena v záložce „Cooling“ nástroje „Imaging Camera“ programu SIPS. Tato vlastnost je důležitá, zejména pokud je kamera napájena z baterií.



Obr 7: Napájecí zdroj 12 V DC/5 A pro kamery G2 CCD.

Varování:

Napájecí konektor na hlavě kamery má kladný pól na středovém kolíku. Ačkoliv všechny moderní napájecí zdroje používají stejnou polaritu, vždy je nezbytné přesvědčit se o správné polaritě, pokud je použit jiný, než dodávaný napájecí zdroj.

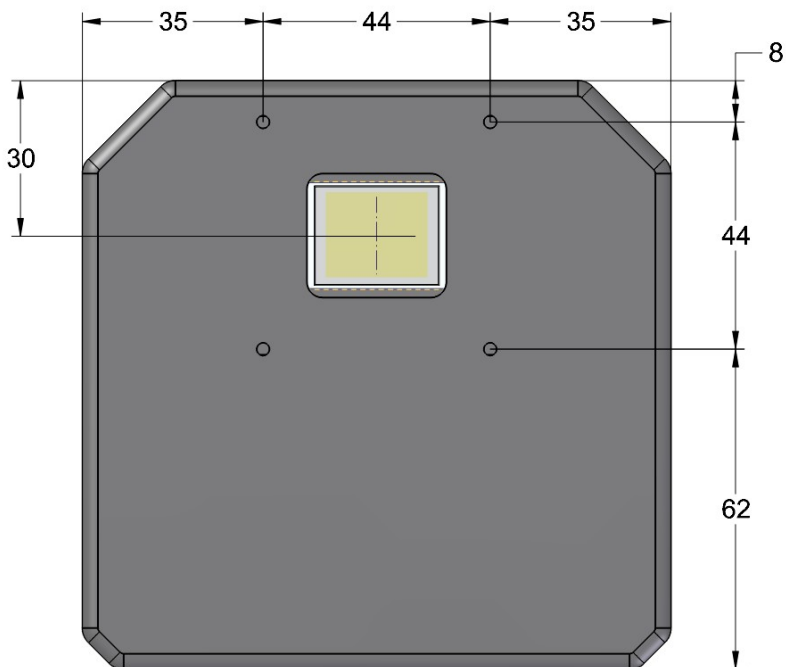
Mechanické specifikace

Kompaktní a robustní hlava kamery měří 114×114×65 mm (4,5×4,5×2,6 palce). Hlava je vyrobena CNC obráběním z kvalitního duralu. Vlastní hlava obsahuje USB-B konektor a konektor pro 12 V DC napájení. Integrovaná mechanická závěrka dovoluje vyčítání obrazů bez rozmazání, stejně jako automatické pořizování temných snímků, nezbytné pro bezobslužné robotické aplikace. Integrované filtrové kolo má 5 pozic pro standardní 1,25 palcové filtry v objímkách se závitem. Varianta filtrového kola s 6 pozicemi pro stejné filtry bez objímek (pouze sklo) je také k dispozici.

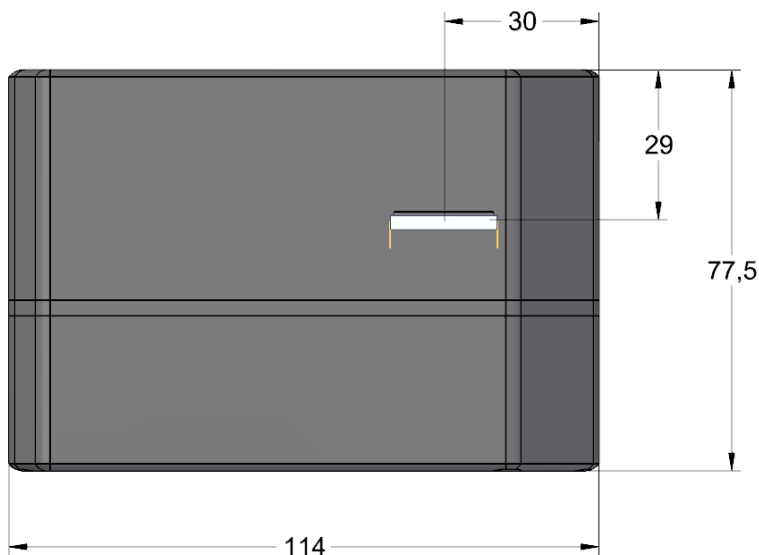
Interní mechanická závěrka	Ano, clonková závěrka
Nejkratší expoziční doba	0,1 s
Nejdelší expoziční doba	Limitována pouze saturací čipu
Interní filtrové kolo	5 pozic pro 1,25" objímky se závitem nebo pro D31 mm skleněné filtry
	6 pozic pro D26 mm skleněné filtry
Velikost hlavy	114×114×77,5 mm (s interním filtrovým kolem)
	114×114×65 mm (bez filtrového kola)
Vzdálenost ohniskové roviny	29 mm (s interním filtrovým kolem)
	16,5 mm (bez filtrového kola)
	33.5 mm (s externím filtrovým kolem)
Hmotnost hlavy kamery	1,15 kg (s interním filtrovým kolem)
	1,00 kg (bez filtrového kola)
	1,70 kg (s externím filtrovým kolem „XS“)
	1,85 kg (s externím filtrovým kolem „S“)

Filtrové kolo se 6 pozicemi může způsobovat vinětaci (zastínění okrajů detektoru) u kamer s většími CCD snímači.

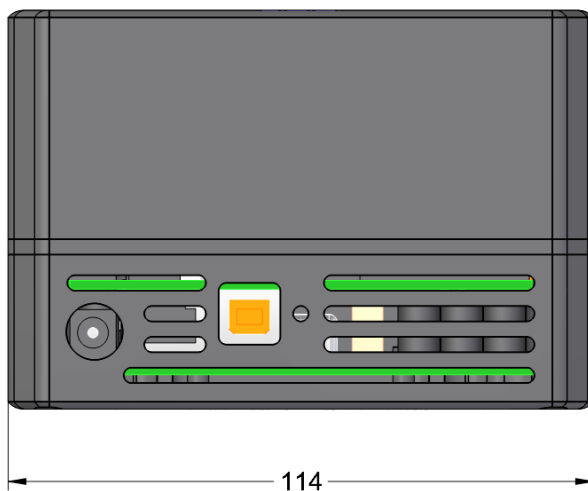
Kamera s interním filtrovým kolem



Obr. 8: Čelní pohled na hlavu kamery G2

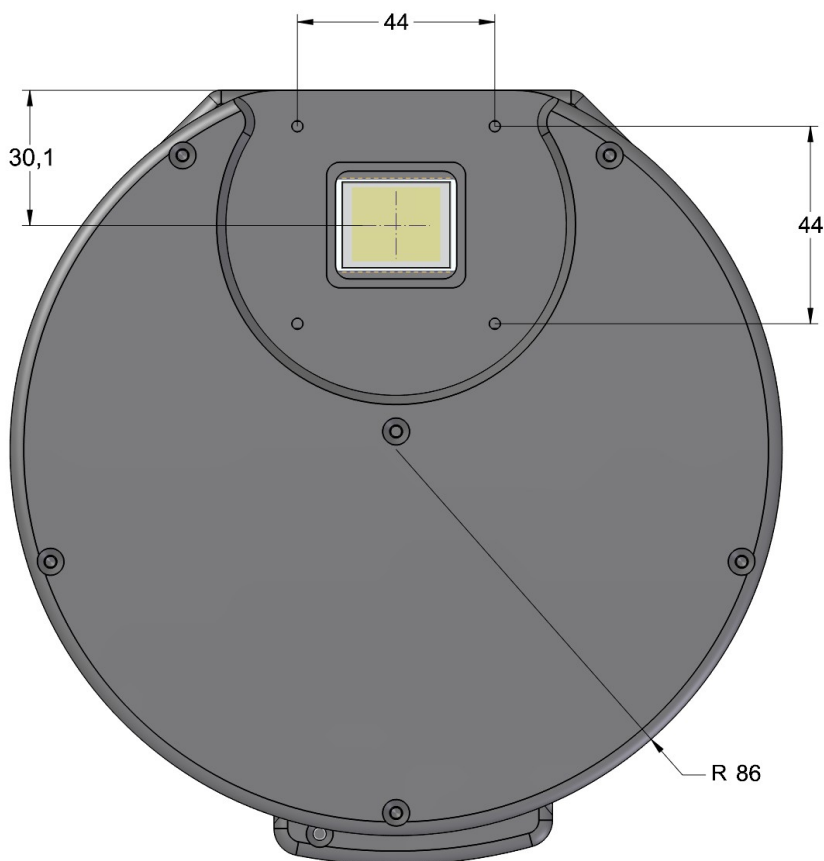


Obr. 9: Boční pohled na hlavu kamery G2 s interním filtrovým kolem

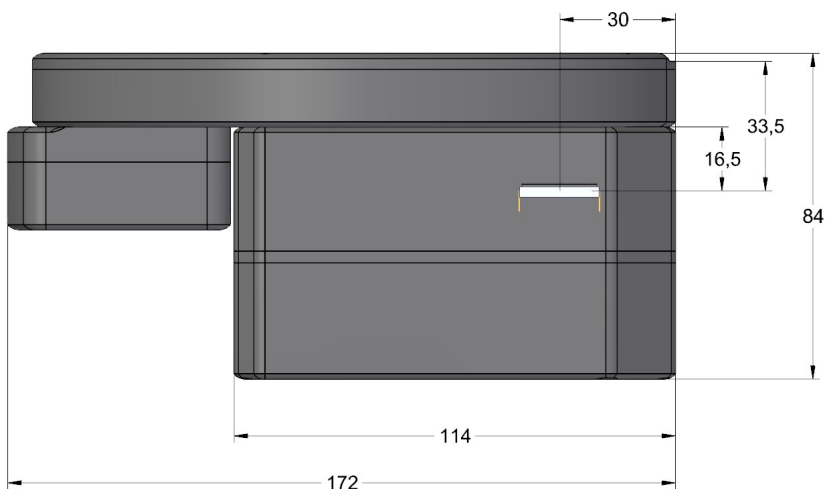


Obr. 10: Spodní pohled na hlavu kamery G2 s interním filtrovým kolem

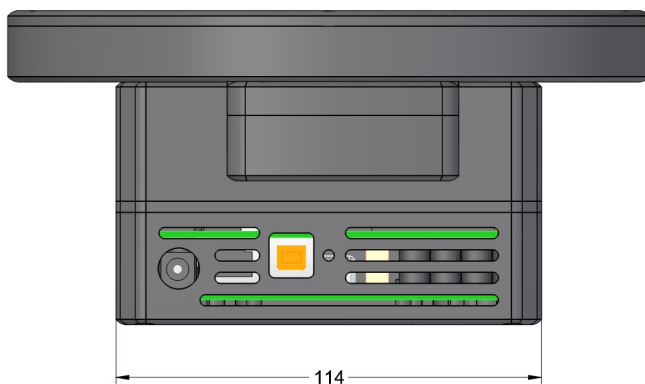
Kamera s externím filtrovým kolem „XS“



Obr. 11: Čelní pohled na kameru G2 s externím filtrovým kolem



Obr. 12: Boční pohled na kameru G2 s externím filtrovým kolem



Obr. 13: Spodní pohled na kameru G2 s externím filtrovým kolem

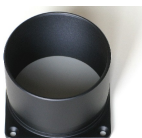
Externí filtrové kolo velikosti „S“ má větší průměr (viz uživatelské příručka dodávaná s externími filtrovými koly), vzdálenosti čelní roviny od senzoru jsou ale u všech externích kol identické.

Adaptéry dalekohledů

Ke kamerám G2 je nabízena řada adaptérů pro dalekohledy nebo fotografické objektivy. Uživatel může zvolit jakýkoliv jiný adaptér podle potřeby a další adaptéry mohou být také objednány separátně.

K dispozici jsou následující adaptéry pro dalekohledy a objektivy:

2" okulárový adaptér



Adaptér pro 2" okulárový výtah.

T-závít krátký



Vnitřní závít M42×0,75 mm, hloubka 7,5 mm.

T-závít s 55 mm BFD



Vnitřní závít M42×0,75 mm, zachovává vzdálenost ohniskové roviny 55 mm dle definice firmy Tamron.

Adaptér M48×0,75



Adaptér s vnitřním závitem M48×0,75, hloubka 7,5 mm.

Adaptér M48×0,75 s 55 mm BFD



Adaptér s vnitřním závitem M48×0,75, zachovává vzdálenost ohniskové roviny 55 mm.

Adaptér objektivů Pentax (Praktica)



Vnitřní závít M42×1 mm, zachovává vzdálenost ohniskové roviny 45,5 mm.

Adaptér M68×1		Adaptér s vnitřním závitem M68×1.
Adaptér objektivů Canon EOS		Standardní adaptér pro bajonet objektivů Canon EOS.
Adaptér objektivů Canon EOS Clip		Standardní adaptér pro bajonet objektivů Canon EOS s možností vložení „clip“ filtru. Tento adaptér je možno použít pouze u kamer s interním filtrovým kolem.
Adaptér objektivů Nikon F		Standardní adaptér pro bajonet objektivů Nikon F.

Pokud je součástí standardu připojení také definice polohy detektoru za čelem adaptéru, je daný adaptér zkonstruován tak, aby definovanou vzdálenost dodržel (např. T-závít definuje tuto vzdálenost na 55 mm, ale definovaná vzdálenost je dodržena také u závitu Pentax (Praktica), u bajonetů pro Canon EOS a Nikon atd.).

Adaptéry jsou k tělu kamery přichyceny čtyřmi šrouby M3, umístěnými ve vrcholech čtverce o straně 44 mm. Speciální adaptéry mohou být vyrobeny na míru požadovanému zařízení.

Adaptér pro mimo-osovou pointaci (OAG)

Volitelně lze kameru používat s adaptérem pro mimo-osovou pointaci (Off-Axis Guider – OAG). Tento adaptér obsahuje zrcátko sklopené o 45° vůči optické ose, odrážející část světla do portu pro pointační kameru. Zrcátko je umístěno tak, aby nezaclánělo hlavnímu senzoru kamery, použitá optika tedy musí mít dostatečně velké zorné pole, aby část světla dopadala i na toto zrcátko.

G2-OAG jsou vyráběny ve dvou variantách, jedna se závitem M42×0,75 (T-závit) a druhá se závitem M48×0,75. Obě varianty jsou navrhovány tak, aby byly kompatibilní i s externími filtrovými koly a aby dodržovaly vzdálenost čela závitu od senzoru 55 mm.

Pokud má být OAG použitý na kameře s interním filtrovým kolem, je nezbytné mezi tělo kamery a OAG vložit distanční podložku, kompenzující rozdíl vzdálenosti ohniskové roviny. Obdobná, ale vyšší podložka je použita pokud, pokud je OAG používán na kameře bez interního i externího filtrového kola.

G2-OAG je kompatibilní s kamerami G0 a G1. U kamer G1 je nezbytné vyměnit adaptér o průměru CS/1,25" za kratší, 10 mm dlouhou variantu. Protože adaptér kamer G1 odpovídá standardu CS-mount (vzdálenost k senzoru je 12,5 mm), jakákoliv kamera odpovídající tomuto standardu s 10 mm dlouhým 1,25" adaptérem by měla správně pracovat s G2-OAG adaptérem.



Obr. 14: G2-OAG se závitem M42 (vlevo) a M48 (vpravo)

Uchycení kamery přímo na montáž

Kamery G2 jsou vybaveny standardním stativovým závitem v horní části hlavy kamery. Volitelně je možné k tomuto závitu uchytit lichoběžníkovou lištu (tzv. „rybinu“) o rozměru 1,75 palce (standard Vixen). Pomocí této lišty lze přímo

tělo kamery, např. s připojeným fotografickým objektivem, uchytit přímo k řadě astronomických montáží navrhovaných pro tento standard.



Obr. 15: 1,75" lišta standardu Vixen pro uchycení hlavy kamery G2 k montáži

Barevné varianty kamer

Hlava kamery je k dispozici v několika barevných variantách střední stěny. Aktuální nabídka je k dispozici na WWW stránkách výrobce.



Obr. 16: Kamera G2 s barevnými variantami střední stěny

Údržba kamery

Kamera G2 CCD je precizní optický a mechanický přístroj a podle toho je potřeba s ní zacházet. Kamera musí být chráněna před vlhkostí a prachem. Vždy, když kamera není na dalekohledu, zakryjte adaptér přiloženou krytkou a vložte ji do ochranného sáčku.

Výměna pohlcovače vlhkosti

Chladicí systém kamer G2 CCD je navrhován tak, aby byl odolný vůči zbytkové vlhkosti uvnitř komory CCD čipu. Jakmile teplota klesá, měděný chladicí prst překročí bod mrznutí dříve než vlastní CCD čip, takže vodní páry uvnitř komory CCD čipu vymrznou na studeném prstu. Ačkoliv tento mechanismus pracuje v řadě případů spolehlivě, existují určité limity, zvláště pokud je vlhkost uvnitř komory CCD čipu vysoká a CCD čip je chlazen na velmi nízké teploty.

Z těchto důvodů je uvnitř hlavy CCD kamery umístěna malá válcová nádoba s pohlcovačem vlhkosti (silikagel), našroubovaná na komoru CCD čipu.

Varování:

Pokud je v komoře CCD čipu dlouhodobě vysoká hladina vlhkosti, může to způsobit nefunkčnost a případně i poškození CCD čipu. I pokud při chlazení CCD čipu hluboko pod bod mrazu nevzniká na detektoru námraza, neznamená to, že v komoře není vlhkost. Je nezbytné udržovat komoru CCD čipu vysušenou pravidelnou obměnou silikagelu. Frekvence obměny závisí na používání kamery. Pokud je kamera používána pravidelně, je nutné komoru vysušovat vždy po několika měsících.

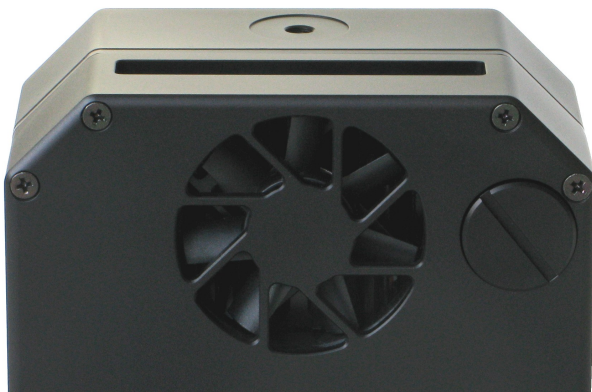
Vlhký silikagel je možné vysušit např. vypečením v troubě (nikoliv mikrovlnně!). Silikagel vysoušíme při teplotě 120 až 140 °C po dobu jedné až dvou hodin.

Silikagel použitý v kamerách G2 mění barvu podle množství absorbované vody – suchý silikagel má jasné žlutooranžovou barvu, vlhký je zcela čirý. Pokud je silikagel při výměně zcela transparentní, je nezbytné interval výměny zkrátit.

Pokud je naopak stále zabarvený, je možné interval výměny prodloužit.

Upozornění:

Schopnost silikagelu pohlcovat vlhkost je závislá na okolní teplotě. Pokud je kamera ve vnějším prostředí pod bodem mrazu, vysušení komory může trvat i několik dní.



Obr. 17: Kontejner pro silikagel je přístupný za zadní strany hlavy kamery

Výměna pohlčovače vlhkosti

Konstrukce komory se silikagelem se liší v závislosti na revizi kamery.

- Kamery G2 revize 1 a 2 obsahovaly komoru pro silikagel přístupnou pouze po odstranění předního krytu kamery. Kameru bylo nutno nejprve rozšroubovat a teprve poté bylo možné silikagel vyměnit.
- Kamery G2 revize 3 mají kontejner se silikagelem dostupný na zadní straně hlavy kamery. Víčko je možné vyšroubovat např. pomocí mince. Poté je možné vlhký silikagel vysypat a naplnit nádobu vysušeným silikagelem.

Komoru pro silikagel je možné ponechat otevřenou bez strachu ze znečištění (zaprášení) chladné komory CCD čipu. Mezi komorou pro silikagel a komorou CCD čipu je velmi jemné síto z nerezové oceli pro běžné částice prachu neprostupné. Naopak ponechání kamery s

otevřeným zásobníkem pro silikagel v místnosti s nízkou relativní vlhkostí po dobu několika hodin pomůže vysušení chladné komory CCD čipu a prodlouží životnost nově naplněného silikagelu.

- Kamery G2 revize 4 přinesly větší kontejner pro silikagel (shodný s většími kamerami G3 a G4).

Počínaje rokem 2016 jsou kamery této revize dodávány s přepracovaným kontejnerem pro silikagel. Nový kontejner již není pevnou součástí kamery pouze se šroubovacím víčkem, ale celý lze od kamery odšroubovat. Hlavní předností je tedy možnost výměny silikagelu bez nutnosti sejmutí kamery z dalekohledu, což bylo dříve nutné, aby silikagel šel vysypat a opět nasypat.

Silikagel je uvnitř kontejneru držen pomocí perforovaného víčka. Toto víčko je rovněž zašroubováno, není tedy problém silikagel uvnitř kontejneru vyměnit, pokud je už opotřeбенý nebo poničený např. příliš vysokou teplotou.

Kontejner samotný neobsahuje žádné těsnění (to zůstává na chladné komoře uvnitř hlavy kamery), pouze duralové části. Je tedy možné celý kontejner zahřát na předepsanou teplotu při vysoušení silikagelu bez rizika poškození těsnění.

Tato konstrukce dovoluje použití několika volitelných prvků. Především to je šroubovací zátka s těsněním, která dovoluje kontejner s vysušeným silikagelem utěsnit, pokud není bezprostředně namontován na hlavu kamery. Další volitelnou součástí je alternativní kontejner pro silikagel, který není vybaven zářezem pro nástroje, ale je prodloužen a upraven pro možnost povolení a opětovného utažení bez použití nástroje.

Zátka s těsněním i alternativní kontejner nejsou součástí dodávky kamery, ale jsou dodávány pouze jako volitelné příslušenství.



Obr. 18: Volitelná zátka, standardní kontejner a kontejner dovolující manipulaci bez použití nástrojů

Výměna filtrů

Při výměně filtrů nebo celého filtrového kola je nezbytné otevřít hlavu kamery. Hlavu lze otevřít po povolení šesti šroubů, které drží plášť kamery u sebe.

Otevření hlavy kamery

Clonková závěrka rotuje o 180° mezi jednotlivými snímky. Hlava kamery může být otevřena pouze pokud je závěrka uzavřena. Pokud je např. odpojeno napájení uprostřed expozice, závěrka zůstane otevřena. V takovém případě není možné hlavu kamery otevřít.

Varování:

Pokud není závěrka ve správné pozici, může být během otevírání kamery poškozena.

Po vytažení šroubů opatrně otočte kameru adaptérem dalekohledu vzhůru. Jemně sundejte přední kryt hlavy kamery. Povšimněte si dvou kabelů napájení motoru filtrového kola a optické závory, spojujících přední kryt s elektronikou kamery. Pro výměnu filtrů není nezbytné tyto kabely odpojovat, ale pokud tak učiníte, nezapomeňte je opět zapojit do správných konektorů a ve správné

orientaci!



Obr. 19: Číslo pozic filtrů jsou vyznačena na kole



Illustration 20: Filtry mohou být měněny po odklopení předního krytu kamery

Výměna celého filtrového kola

Celé filtrové kolo může být vyměněno najednou. Přední část krytu kamery musí být odmontována stejným způsobem, jako při výměně jednotlivých filtrů.

Filtrové kolo může být vyměněno po odšroubování šroubu v jeho ose. Při výměně kola je nutno dbát, aby se nepoškodila optická závora tvaru podkovy, která je součástí předního víka kamery.

Výměna adaptéru dalekohledu

Na předním krytu hlavy kamery jsou čtyři závity ve vrcholech čtverce o straně 44 mm. Adaptér dalekohledu je přichycen čtyřmi šrouby M3 v těchto závitech. Adaptér může být vyměněn po povolení těchto čtyř šroubů.

Pojistka napájecího zdroje

Napájecí zdroj uvnitř kamery je chráněn proti zapojení napájení s opačnou polaritou a také proti připojení příliš vysokého napětí (nad 15 V) pomocí pojistky. Pokud dojde k přepálení pojistky (v takovém případě se ventilátory na zadní straně kamery po přivedení napájení neroztočí), vraťte kameru k opravě svému dodavateli.

Revize kamer G2

Kamery série G2 prošly několika revizemi, z nichž každá implementovala různá vylepšení, obsahovala nové varianty desek s elektronikou postavených na nové součástkové základně a obecně využívala všech získaných zkušeností a nových poznatků.

Revize 1

První uvedená kamera G2 zahrnovala jen mode G2-0400 s CCD detektorem KAF0402ME.



- Kamera používala rozhraní USB 1.1 s přenosovou rychlostí 12 Mbps.
- Ovladač kamery se nazýval „g2ccd“.
- Čas stažení obrazu byl přibližně 3 krát delší v porovnání s revizí 4.
- Horkou stranu Peltiérových článků chladily dva ventilátory.
- Kontejner na silikagel byl uvnitř hlavy kamery, kameru bylo nutno otevřít aby bylo možno silikagel vyměnit.
- Interní filtrové kolo mělo průměr 98 mm.

Revize 2

Druhá revize kamer G2 přidala modely G2-1600 a G2-3200, původní model

změnil jméno na G2-0402.



- Řídicí elektronika byla kompletně přepracována a nově používá rozhraní USB 2.0 o rychlosti 480 Mbps.
- Vstupy vzduchu změnil tvar aby se kamera mírně ztišila. Tato revize stále používala dvou ventilátorů.
- Ovladač kamery byl pojmenován „g2ccd2“, číslice 2 za jménem signalizovala verzi rozhraní USB.

Revize 3

Opět další verze digitální elektroniky byla vyvinuta pro kamery série G3 s detektorem až 36×24 mm (digitální elektronika je stejná v různých modelech kamer, jednotlivé typy se liší analogovou elektronikou, navrhovanou vždy speciálně pro konkrétní typ CCD). Tato verze digitální elektroniky byla později použita také pro kamery G2 a G4. Byla uvedena třetí revize kamer G2.



- Nejlépe viditelnou vizuální změnou třetí revize je použití jediného, ale mírně většího (a také ještě tiššího) ventilátoru na místo dvou menších, používaných u předešlých revizí.

Informace o na hlavě kamery (Id kamery, sériové číslo atd.) byly nejprve umístěny na nálepce, ale později byly gravírovány přímo do hliníkového krytu. Ale tento rozdíl je pouze vizuální a nedefinuje novou revizi.

- Zvětšený kontejner na silikagel dovoluje mnohem snadnější výměnu desikantu bez nutnosti otevírat plášť kamery (je přístupný z vnější strany).
- Bylo rozšířeno množství nabízených modelů kamer G2, varianty s KAF detektory (G2-0402, G2-1600, G2-3200) byly doplněny o varianty s KAI detektory (G2-2000, G2-4000) a také o „astrofotografický“ model s ABG KAF detektorem (G2-8300).
- Průměr interního filtrového kola se zmenšil na 95,5 mm.
- Ovladač kamery byl pojmenován „g3ccd“. Zde má původ mírně zavádějící pojmenování ovladače pro série G2 i G4 – všechny tři série kamer (včetně G3) používají shodnou, programově kompatibilní elektroniku a tedy také shodný ovladač.

Přesněji byly vytvořeny dva ovladače pro tyto kamery, jeden pro kamery s Full-Frame KAF CCD (g3ccdF) a druhý pro kamery s Interline-Transfer KAI CCD (g3ccdI). Rozlišení je nezbytné vzhledem k principiálním rozdílům v ovládání těchto snímačů.

Kamery G2 revize 3 zažily řadu interních vylepšení, například vyly vyrobeny varianty pro externí filtrové kolo, bylo přidáno dodatečné vyhřívání okna CCD komory, NIR preflash pro pro modely s KAF CCD atd. Zvenku ale kamery zůstaly shodné a také zůstaly programově kompatibilní a používaly stejný ovladač.

Revize 4

Vývoj další, modernější verze digitální elektroniky, používající nejmodernějších součástek, si vyžádal uvedení další revize kamer G2, G3 i G4. Kamery G2 pokročily k revizi 4 a série G3 a G4 k revizi 2.



- Plášť kamer G2 revize 4 prodělal mírnou estetickou změnu. Hlava je méně hranatá a více připomíná větší modely G3 a G4. Vstupy vzduchu jsou lépe chráněny proti nechtěnému doteku ventilátorů s prsty nebo dráty (dotek točícího se ventilátoru není nebezpečný, je jen nepříjemný).

Mechanické rozměry (výška, šířka, hloubka) hlavy kamery zůstaly zachovány. Pouze vzdálenost optické osy od středu je o 2 mm posunutá.

- Kontejner na silikagel kamer G2 byl zvětšen, nyní je shodný s kontejnerem používaným u modelů G3 a G4.
- Chladná komora CCD je u všech modelů zásadně přestavována. Nová komora lépe izoluje CCD od okolního prostředí a výměna silikagelu tak může být méně častá. Také je možné používat CCD bez krycího skla, mnohem náročnějších na izolaci, absenci vlhkosti apod.
- Nové digitální elektronika stále používá 480 Mbps rozhraní USB 2.0 (kamery Gx používají jen malý zlomek této přenosové kapacity, takže přechod k 4.8 Gbps USB 3.0 nepřináší žádné výhody, pouze problémy s větším konektorem, kratšími a méně ohebnými kabely apod.), i tak ale přináší řadu důležitých zlepšení, jako rychlejší čtení snímků (zvláště v Preview módu), větší interní vyrovnávací paměť a přesnější regulace teploty.
- Nové sjednocené ovladače jsou pojmenovány „gXccdF“ a „gXccdI“ (pro FF a IT detektory). Kamery G2 používající Back-Illuminated E2V CCD používají nový ovladač „gXccdBI“.