

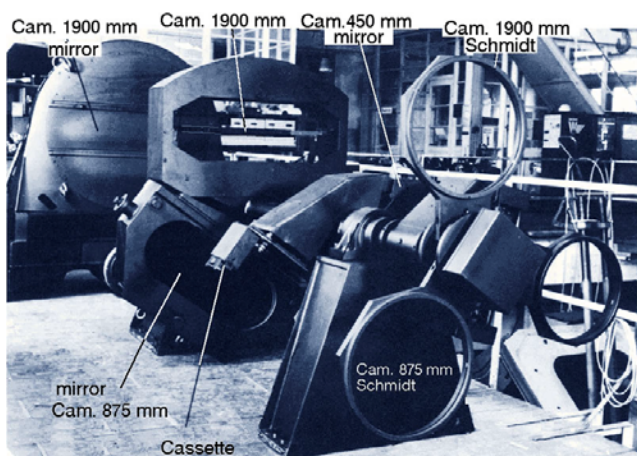
Institute of Astronomy, BAS
National Astronomical Observatory "Rozhen"
tel/fax: +359-3095-8356
PO.Box 136, Smolyan 4700, Bulgaria

РЪКОВОДСТВО ЗА РАБОТА С КУДЕ-СПЕКТРОГРАФА НА 2-м ТЕЛЕСКОП (Част 1: Подготовка за работа)

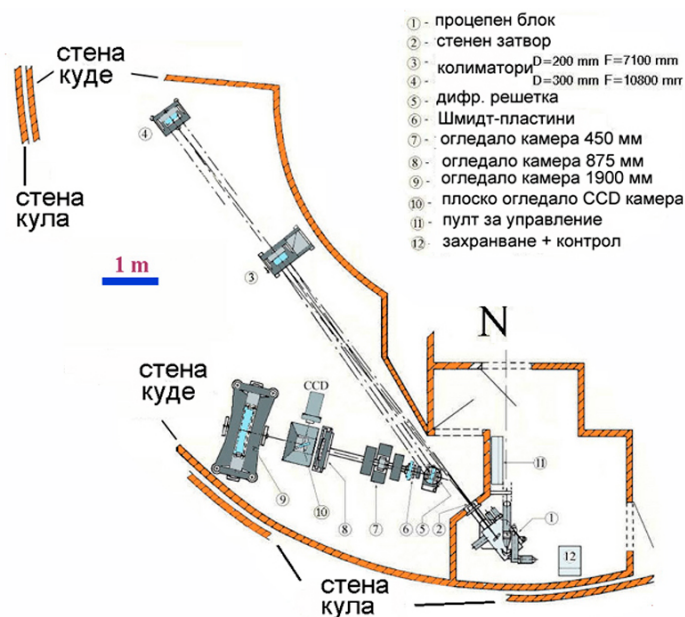
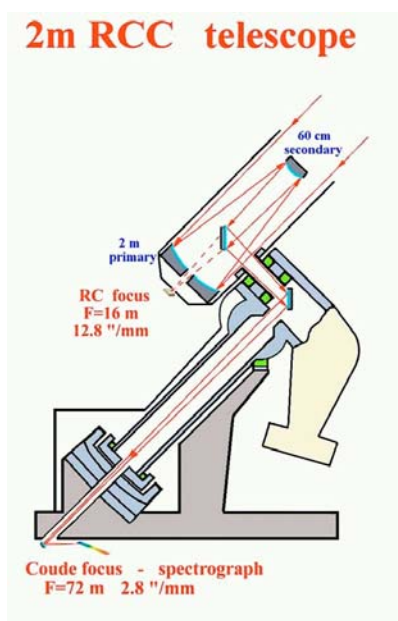
Д. Колев

КУДЕ-СПЕКТРОГРАФЪТ НА 2-м ТЕЛЕСКОП

Куде-спектрографът (КС, Фиг.1.1) на 2-м РКК (Ричи-Кретиен-Куде) телескоп на НАО "Рожен" е класически хоризонтален КС с голямо сечение на оптичните снопове (20 и 30 см). Общата схема на КС е представена на Фиг.1.2. Делът на КС в цената на 2-м телескоп е около 10%!



Фигура 1.1. Общ вид на КС в халето на CZ Jena (вляво) и в работно състояние (вдясно).



Фигура 1.2. Обща схема на 2-м телескоп (вляво) и план на куде-спектрографа (вдясно).

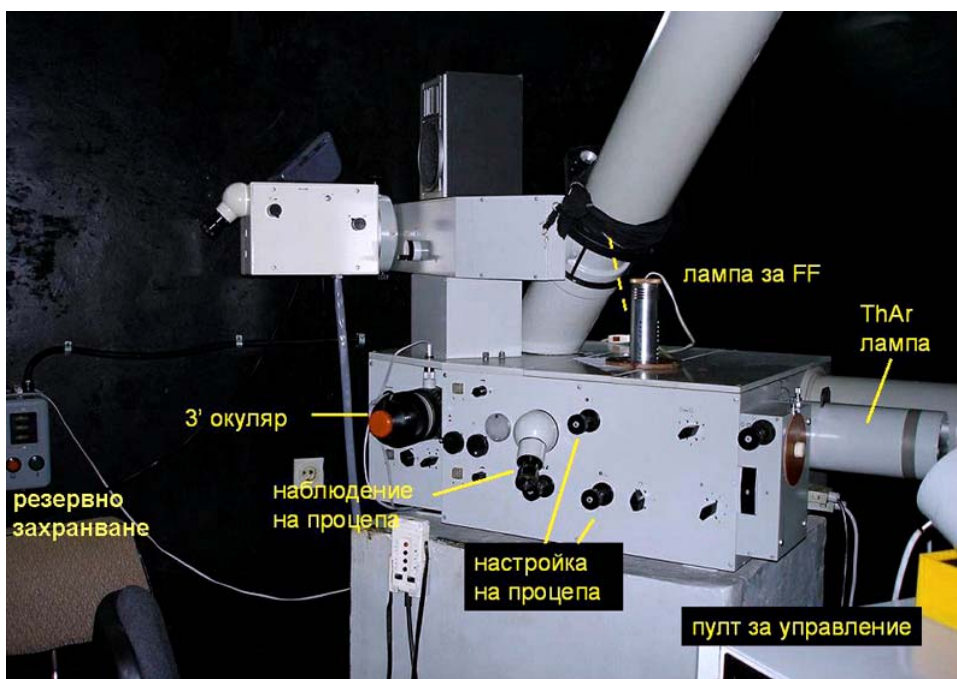
МЕРКИ ЗА БЕЗОПАСНОСТ

ПУШЕНЕТО И В ДВЕТЕ ПОМЕЩЕНИЯ НА КУДЕ-СПЕКТРОГРАФА Е НЕДОПУСТИМО! ВЕНТИЛАЦИЯТА Е НЕЖЕЛАТЕЛНА, А СМОЛИТЕ В ТЮТЮНЕВИЯ ДИМ ПОЛЕПВАТ НЕОТСТРАНИМО КЪМ ОПТИЧНИТЕ ПОВЪРХНОСТИ, КАТО НАМАЛЯВАТ ДРАСТИЧНО ОПТИЧНОТО КАЧЕСТВО, ОСОБЕНО В УЛТРАВИОЛЕТА!

Куде-спектрографът е най-скъпата и с най-незащитени оптични елементи приемна апаратура към главния инструмент на НАО. В системата на захранване на КС се подава и високо напрежение. За правилната и безопасна (както за хората, така и за апаратурата) експлоатация на КС е **ЗАДЪЛЖИТЕЛНО** спазването на следните правила за работа с:

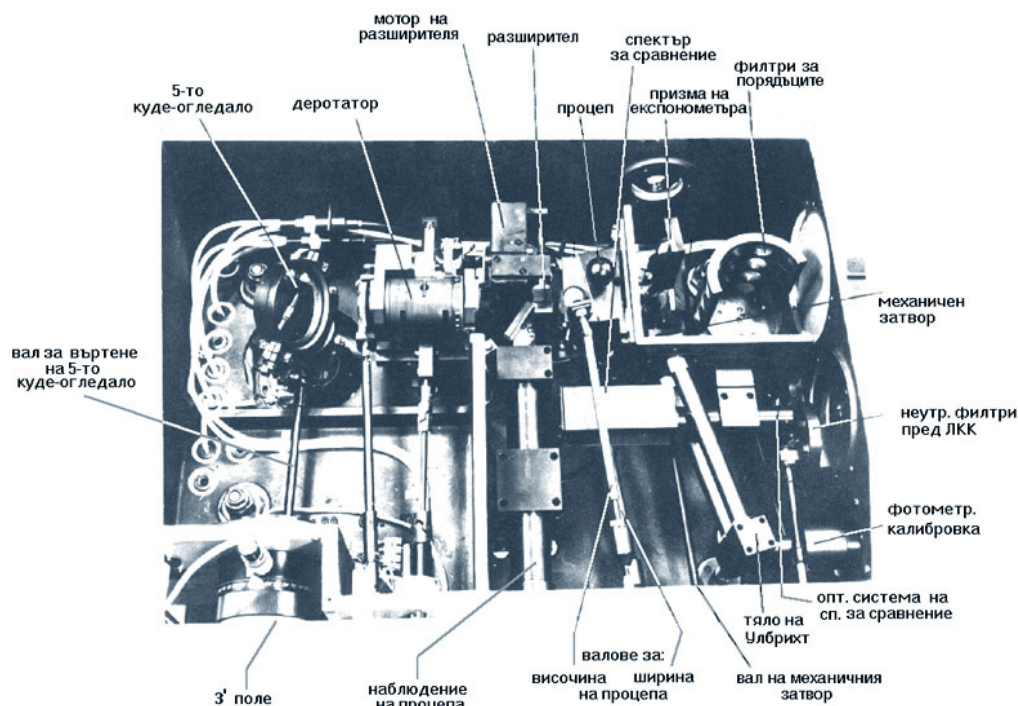
1. ПРОЦЕПЕН БЛОК (ГЛАВА) НА СПЕКТРОГРАФА (Фиг. 1.3)

- Демонтаж и монтаж на отделни възли се допуска само от правоимащо лице и със знанието на отговорните за експлоатацията и техническата поддръжка лица.
- Демонтаж и монтаж на елементи да се извършва само при изключено захранване.
- Демонтаж и работа с процепа на спектрографа да се извършва само от правоимащо лице.
- Оптичните детайли да не се докосват с ръка или твърди предмети и да се почистват само от правоимащи лица.
- Силата на тока в лампата с кух катод (ЛКК) да не надхвърля 10 mA (освен ако изрично не е указано в паспорта на лампата).
- Да не се оставя отворена без нужда вратата към камерната зала.



Фигура 1.3-а. Общ вид на процепния блок.

Устройството на процепния блок на спектрографа е представено на следващата фигура. Към настоящия момент (2008 г.) са извадени от оптичната ос два елемента: *деротаторът* и *разширителната пластина*, главно заради големите загуби на светлина в тях.



Фигура 1.3-б. Разположение на детайлите в процепния блок.

2. ВЪЗЛИ НА СПЕКТРОГРАФА

2.1 РЕШЕТКА И РЕШЕТЪЧЕН ВЪЗЕЛ

- Дифракционната решетка (ДР) е най-чувствителният и най-скъп (30000-40000\$) елемент на КС. Затова **АБСОЛЮТНО НЕДОПУСТИМИ СА ВСЯКАВИ МЕХАНИЧНИ КОНТАКТИ НА РАБОТНАТА ПОВЪРХНОСТ С ДРУГИ ПРЕДМЕТИ, КАКТО И ПОПАДАНЕ НА ЗАМЪРСИТЕЛИ И ВЛАГА (СЛЮНКА, КОНДЕНЗАТ ОТ ДИШАНЕ И ДР.)!!!** Прашинки се отстраняват САМО ЧРЕЗ ИЗДУХВАНЕ И ТО ОТ ПРАВОИМАЩО ЛИЦЕ.
- Смяната на ДР да се извършва ОТ ДВАМА ДУШИ и при максимално внимание.
- Да не се допускат механични удари и сътресения както на рамката с ДР, така и на решетъчния възел (плота на масичката). Смяната на ДР да се извършва при затегнат стопор на масичката.
- **РЕШЕТКАТА СЕ ОТВАРЯ ПОСЛЕДНА И СЕ ЗАТВАРЯ ПЪРВА СЛЕД РАБОТА!!!**
- Юстировка на ДР в кутиите се прави само от правоимащо лице.
- Всички ДР, независимо дали са монтирани или не в кутии да не се подлагат на резки температурни промени.
- В помещението с камерите да се поддържа постоянна температура от 20° C.

2.2 ШМИТ-ПЛАСТИНИ

- Особено внимание към Шмит-пластините (както и към камерните огледала) се налага от факта, че **ПОВРЕДАТА ИМ НАЛАГА СМЯНА НА ЦЯЛАТА КАМЕРА**, тъй като пластините и камерните огледала са напаснати индивидуално един към друг елементи!!!
- Недопустим е механичен контакт на повърхностите на пластините с твърди предмети.
- Оставянето на пластините открити без нужда е нежелателно.
- Почиставането им да се извършва само от правомощно лице.

2.3 КАМЕРНИ ОГЛЕДАЛА

- Недопустими са механични повреди и замърсявания на оптичните повърхности.
- Оставянето на огледалата открити без нужда е нежелателно.

2.4 КОЛИМАТОРИ

- Недопустими са механични повреди и замърсявания на оптичните повърхности.
- Оставянето на огледалата открити без нужда е нежелателно.
- Юстировъчни и монтажни работи с колиматорите се правят само от правоимащо лице.

2.5 ВЪЗЕЛ НА CCD-КАМЕРАТА И ПЛОСКОТО ОГЛЕДАЛЦЕ

- Недопустими са механичен натиск, повреди и замърсявания на оптичните повърхности. **ПЛОСКОТО ОГЛЕДАЛО НЯМА ЗАЩИТЕН СЛОЙ НАД Al-слоя!!!**
- Юстировка на плоското огледало се прави само от правоимащо лице.

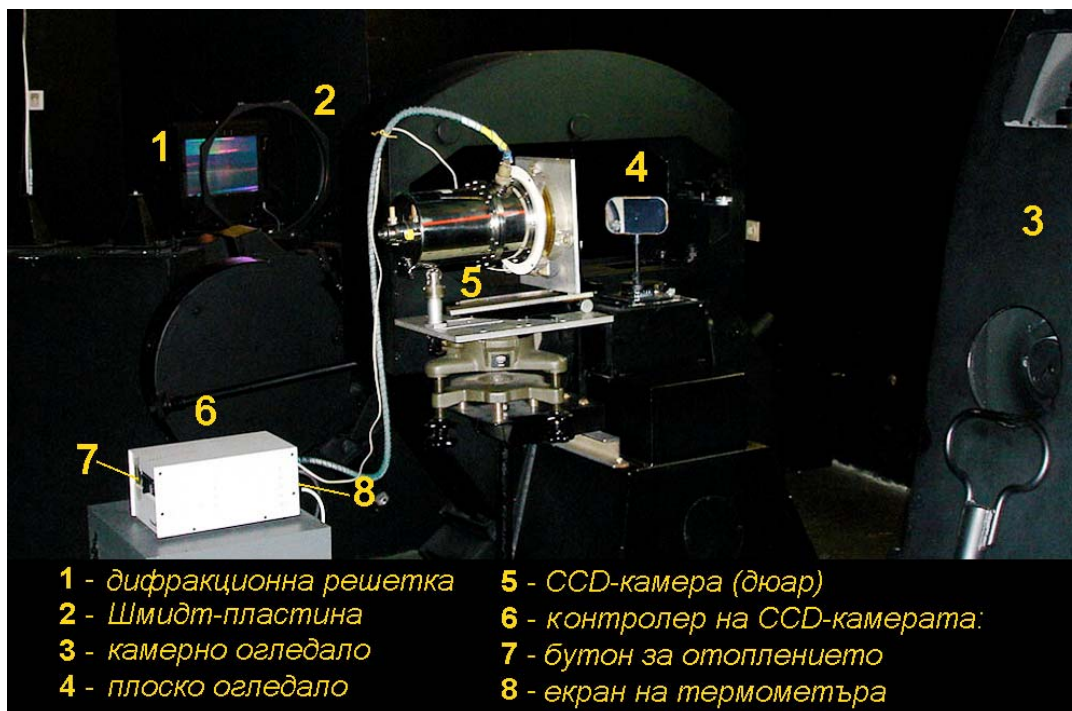
РАБОТА В ПОМЕЩЕНИЕТО НА ПРОЦЕПНИЯ БЛОК

РЕД ЗА РАБОТА В ПОМЕЩЕНИЕТО С ПРОЦЕПНИЯ БЛОК (без строга последователност):

- Включва се управляващият компютър (стартовата дискета трябва да е в устройството). Особеност на системата е, че работната програма "4A" работи под DOS; в тази мода са достъпни дискове A (флопи), C (системен), D (служебен, в частност, архивен), E (потребителски) и F (оптичен диск). За записване на наблюдения се използва мода WIN98, но там "DOS"-дискете C, D, E и F стават съответно D, E, F и H. Зарежда се и се настройва за работа програмата "4A" от съответната директория на потребителя (диск E в DOS-модата). Тази схема е работна към април 2008.
- Ако се планират лабораторни настройки без включен телескоп, се използва автономното захранване на КС от стената. При включване на телескопа автоматично се преминава към общо захранване от системата.
- Включва се захранването на куде-пулта (КП) и ключът на електронния шкаф.
- Проверява се състоянието на процепа (установка по ширина и височина).
- Ако се ползва автогида, се включва и неговият компютър.
- От КП се включват следните режими: *скорост на движение* (предпоследна); *лампа за позиционна калибровка (ЛКК)*; *фокусировка*.
- Ако е необходимо, се поставя звездното време, като може да се използва опцията F9 при извикан обект от базата данни за обектите в програмата "4A".

РАБОТА В КАМЕРНАТА ЗАЛА

След преминаването към CCD-регистрация на спектрите (Фиг. 1.4) се работи само с Камера 3 (К-3) на КС (F=1900 mm). **Зтова не бива да се върти ръчката за смяна на камерите, за да не се повреди монтировката на CCD-камерата.** За настройки и юстировки се работи при затворена решетка (освен при нужда) и при силно (луминесцентно) осветление, но преди и по време на наблюденията всички дейности в залата да се извършват само при включена обикновената лампа (най-десния ключ от редицата на стената до входната врата). По време на наблюдение се допуска само *кратковременно* пребиваване в тази зала за: допълване на камерата с азот (за предпочитане е да се работи винаги с добре вакуумиран дюар, при което е възможна 10-12 часова работа без дозареждане); за смяна на ДР, колиматор или филтър пред CCD-камерата; за поставяне на нов ъгъл на решетката.



Фигура 1.4. Куде-спектрографът при CCD-регистрация на спектъра.

РЕД ЗА РАБОТА В ПОМЕЩЕНИЕТО ПРЕДИ НАБЛЮДЕНИЕ (препоръчителен):

- Отваряне на колиматора (**да се помни, че за това няма индикация на КП!**).
- Допълване на дюара с течен азот и проверка на температурата (работната е -100°C).
- Отварянето на огледалото на К-3 (чрез завъртане на ключалките и спускане на капака).
- Откриване на плоското огледало и на обектива на CCD-камерата.
- Проверка за наличие или не на филтър в обективния отвор на CCD-камерата.
- Отваряне на прозорчето в стената, за достъп на лъча в помещението. Проверка за индикация от КП (ако свети "затворено", с ръка се раздвижва крайния изключвател).
- Поставяне на нужната ДР (и включване към контакта с колоната за индикация на КП), проверка на ключалките и индикацията на ъгъла, поставяне на нужния ъгъл, заключване на решетката и масичката.
- Отваряне на капака на ДР (**ПРИ ТАЗИ ОПЕРАЦИЯ ДА НЕ СЕ ДИША СРЕЩУ ОТКРИТАТА ПОВЪРХНОСТ НА РЕШЕТКАТА!**). След това максимално бързо се гаси осветлението, излиза се и се затваря вратата на залата.

Смяната на колиматорите става с вкарване или изкарване от оптичната ос на *малкия колиматор* ($D=200\text{ mm}$). За изваждане на колиматора (в посока към стената) се върти ръчката до упор. Връщането е в обратен ред.

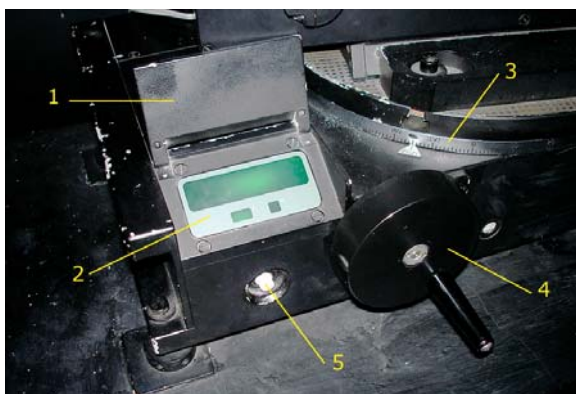
Смяната на решетките става в следния ред:

- При изключен щепсел за индикация на КП и затегнат стопор на масичката се развиват болтовете на притискащата плочка и тя се отмята настрани;
- Изваждат се дръжките на страничните стени на кутията с ДР и решетката внимателно се сваля от масичката.
- Поставянето на решетка става в обратен ред, като преди затягането на притискащата плочка рамката (кутията на решетката) се притиска плътно до страната срещу пластинката. Недобре притисната рамка води до несъответствие на поставения и реалния ъгъл до 5-6'.

Поставяне на необходимия ъгъл на падане за решетката:

- Нулпунктът на отчетната скала е *различен за двата колиматора*: 380° – за малкия колиматор ($D=200\text{ mm}$) и $378^{\circ} 45'$ – за големия колиматор ($D=300\text{ mm}$). Това се дължи на

различните ъгли, които сключват оптичните оси на колимирания сноп и камерите (Фиг. 1.2) и има значение при предварителното изчисляване на необходимите ъгли в зависимост от използваната решетка. Ако физическият ъгъл на падане е ϕ , на скалата на масата на решетката трябва да се поставят ъгли съответно: $380^\circ - \phi$ и $378^\circ 45' - \phi$.



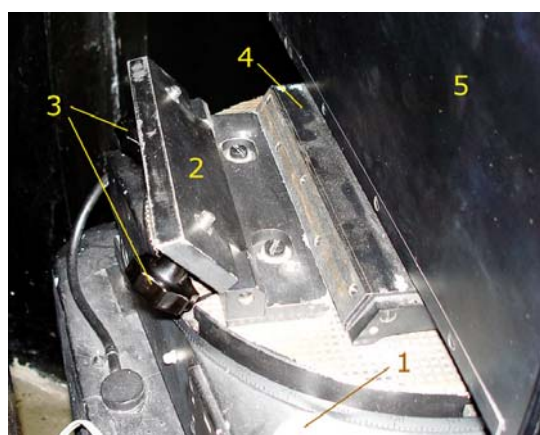
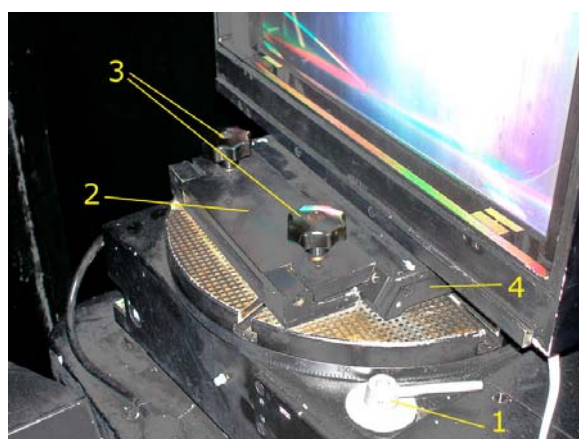
Фигура 1.5. Екран за отчитане на ъгъла на дифракционната решетка. По горния дисплей се отчитат градусите, а на долния ред – минутите (вляво) и секундите (вдясно).

Означения: 1 – капак; 2 – екран; 3 – отчетен кръг; 4 – барабан; 5 – бутон за осветяване.

Ъгълът се поставя в следния ред:

- Освобождава се ключът (стопорът) 1 (Фиг. 1.6).
- С плавно натискане на бутона 5 се включва осветлението на скалата 2 (Фиг. 1.5).
- Поставят се минутите и секундите с въртене на ръчката 4 (Фиг. 1.5).
- Поставят се градусите чрез барабана 4 (Фиг. 1.5), като за определеност луфтът се обира при движение на кръга *отляво на дясно* (в посока на нарастване на ъгъла).

Ако осветлението на екрана угасне преди окончателното поставяне на ъгъла, с повторно плавно натискане на бутона 5 отново се осветява екранът. Преди експозиция трябва да се убедим, че осветлението на екрана е загаснало (звукът при изключване се чува откъм шкафа с електроника на КС).



Фигура 1.6. Монтажен възел на решетката: 1 – ключ застопоряващ въртенето на масичката; 2 – притискаща пластина; 3 – застопоряващи винтове; 4 – основа на кутията с решетката; 5 – предпазен капак на решетката.

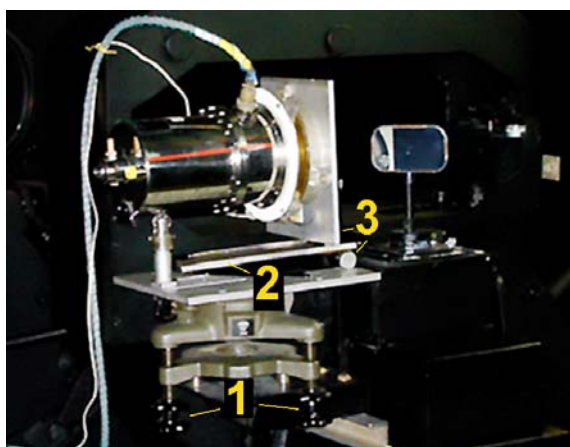
Отварянето на решетката става, като Т-образните ключове се поставят в гнездата хоризонтално и се завъртат във вертикално положение. Капакът се накланя леко навън и се издърпва нагоре и навън (спрямо решетката). Затварянето става в обратен ред.

ПРЕЗ ВРЕМЕ НА ТАЗИ ОПЕРАЦИЯ ДА НЕ СЕ ДИША СРЕЩУ РЕШЕТКАТА!

ЮСТИРАНЕ И ФОКУСИРАНЕ НА CCD-КАМЕРАТА

Монтажният възел на CCD-камерата (Фиг. 1.7) има много степени на свобода, затова се налага юстиране и фокусиране (след всяко сваляне на дюара за изпомпване или смяна на решетките). При известен опит тази процедура отнема не повече от 1 час дневно време и изисква само 2-3 итерации дори при напълно разстроена система.

Преди всичко се поставя изображението върху CCD-чипа и се хоризонтира при някакво близко да реалния фокус (около 36.0 мм – Фиг. 1.9) положение. Това става чрез въртене на трите винта (1 на Фиг.1.7, 1-3 на Фиг.1.8) върху които има залепени маркери (червена точка на бял фон). Препоръчва се работа в долния край на полето на матрицата, където няма рефлексии. Ако се налага по-голямо от 1 оборот на винтовете отместване, то се прави на стъпки, като се обхождат последователно и трите винта. Положението и хоризонтирането на картината върху екрана на работния компютър се проследява най-добре чрез заснемане на спектъра на плоското поле (FF) при максимално висок процеп. Ако това изображение се вмести добре в рамката на матрицата, с това се гарантира нормалното разположение и на звездния спектър, и на спектъра за сравнение. При тази операция трябва да се изчита целият чип (виж раздела за работа с програмния пакет “4A”).



Фигура 1.7. Общ вид на монтажния възел:

1- винтове за хоризонтиране на масичката

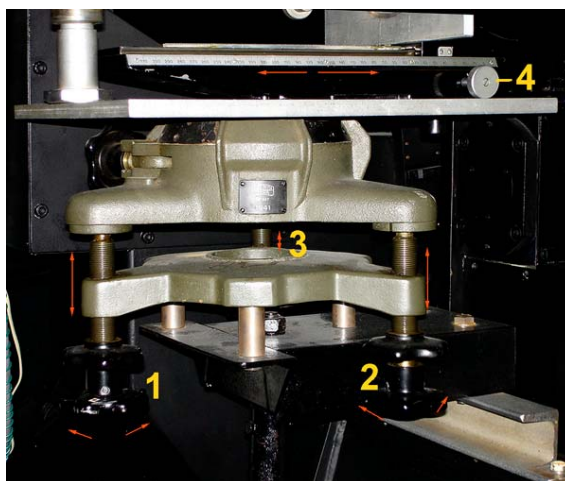
2- скала за отчитане на фокусировката

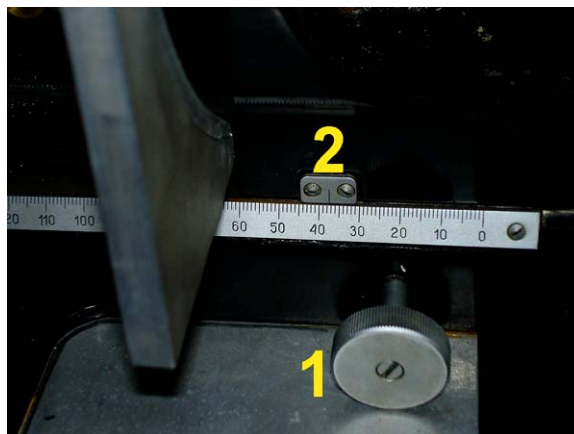
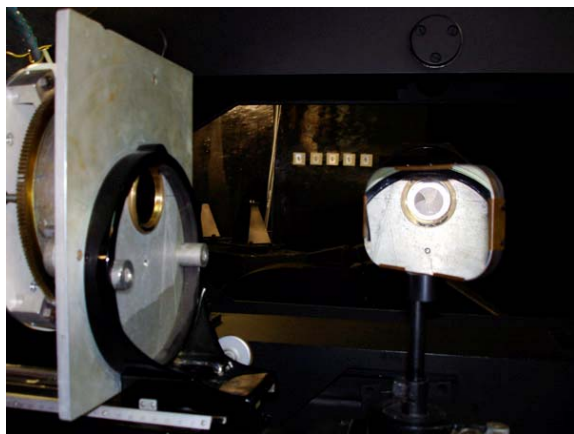
3- монтажна плоча на CCD-дюара и затягащ винт на движението по оптичната ос.

Фигура 1.8. Възел за хоризонтиране:

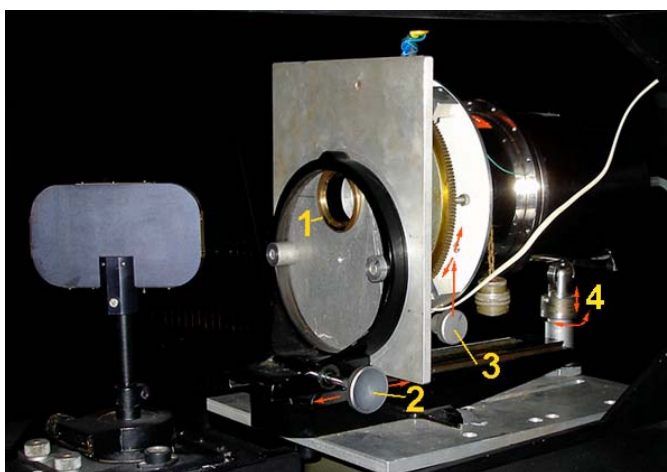
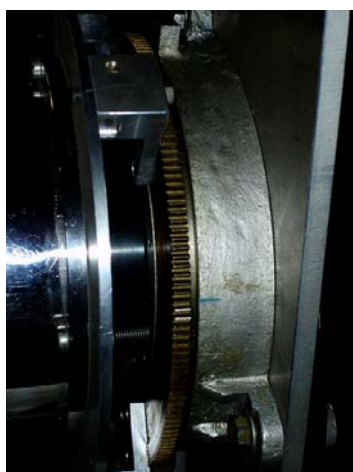
1, 2, 3 - винтове за хоризонтиране на масичката

4 - затягащ винт на движението по оптичната ос.





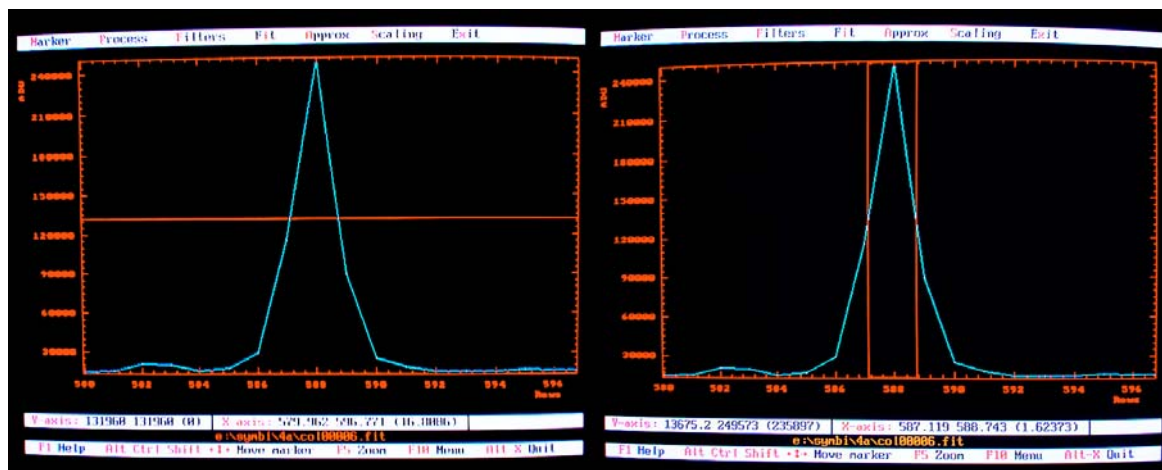
Фигура 1.9. Монтажен пръстен за филтри (вляво) и скала на фокуса (вдясно).



Фигура 1.10. Зъбно колело за въртене около оптичната ос (вляво) и винтове за движение на това колело (3) и по оста (вдясно); показани са още пръстена за филтри (1) и опорния подвижен лост на джара(4).

Фокусирането следва да се прави по добре познат участък от спектъра (например, $H\alpha$). Започва се от някаква стойност на отчетната скала (например, 35.0 мм; **да се има предвид, че е нежелателно преминаването на отчета под около 30 мм, защото тогава зъбното колело излиза от гребена и се изисква доста голям натиск за да се зацепи отново, при което неизбежно се разцентрова цялата монтировка на CCD-камерата!**). Прави се спектър на ЛКК с процеп при нужната ширина и свит напълно по височина, избира се някаква линия около центъра на участъка и се следи нейната височина при серията кадри с различна позиция на камерата по оста. **При най-добрия фокус ще имаме най-висок по интензитет връх на линиите**. След преминаването през точното положение на фокуса (захващане “във вилка”), се връщаме леко назад, обираме луфта и “сгъстяваме” стъпката, доколкото е възможно: за съжаление, използваната скала няма нониус и се налага отчитане “на око” (при малко опит може да се достигне точност окло 0.1-0.2 мм). Най-добрата позиция по максимален интензитет (фокуса) се проверява и по полуширината на подбрана симетрична линия. В най-добрия случай такава линия ще заеме 4-5 пиксела с полуширина между 1.5 и 2 пиксела (Фигура 1.11).

При добра юстировка фокусирането в центъра на кадъра се запазва и в краищата, както е и еднаква за двата спектъра за сравнение!

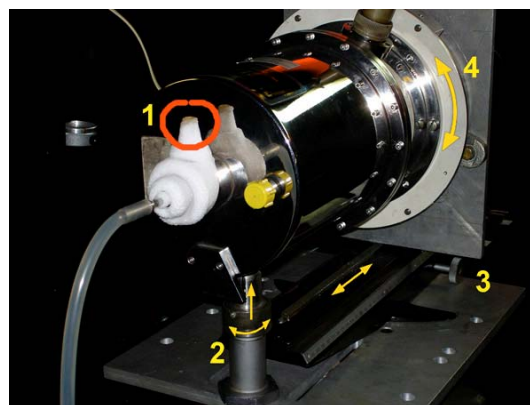
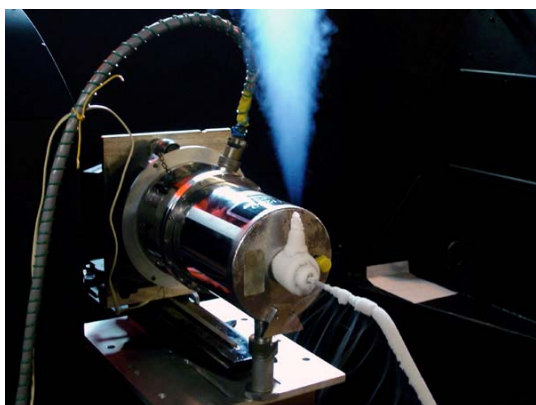


Фигура 1.11. Профил на симетрична линия (вляво) и полуширината ѝ от 1.6 пкс (вдясно).

Опитът показва, че положението на фокуса се запазва в приемливи граници както при различни ъгли на решетката, така и дори при смяна на две от решетките, които работят с големия колиматор: Baush Lomb, 632 mm^{-1} (14.7°) и Joben Yvon 1200 mm^{-1} . За малката решетка (Baush Lomb, 632 mm^{-1} (22.3°)) се налага префокусиране. Същото се налага и при поставяне на филтър в лъча (Фиг. 1.9), доколкото всяка стъклена плоскопаралелна пластина, поставена в сходящ сноп, *отмества назад положението на фокуса* на разстояние около $1/3$ от дебелината ѝ.

ЗАЛИВАНЕ НА CCD-КАМЕРАТА С ТЕЧЕН АЗОТ (LN2)

При празна камера трябва да се подпре задният ѝ край с подвижната ролкова подпора (позиция 2 на Фиг. 1.12, вдясно). С това се избягва провисването и деюстировките след напълването с азот. Пълненето се извършва съгласно инструкцията за работа с дюарите, при спазване на всички мерки за безопасност: защитни очила, ръкавици, подходящо облекло. Докато дюарът е още топъл, от страничната дюза се изхвърля силна струя газообразен азот (Фиг. 1.12, вляво). След напълването протича струя LN2, което е знак за завършване на процедурата. След няколко минути страничната дюза се заскрежава напълно и остава така до изчерпване на LN2. При добре вакуумиран дюар достигането на работната температура от -100°C изисква около 1.5 часа, а залятото количество LN2 стига за 6-12 часа, в зависимост от това, дали се работи или електрониката е изключена. Сигнал за изпарението на течния азот е началото на размразяване на заскрежената дюза (позиция 1 на Фиг. 1.12, вдясно), съпроводено с увеличаване на температурата над -100°C . Процесът на затопляне протича по-бързо от изстудяването на камерата, за около 45 мин. При започване на затопляне по време на експозиция, след края ѝ се регистрират серия *bias*-кадри и се долива азот.



Фигура 1.12. Пълнене на камерата с течен азот.

Handwritten signature