**1-Laboratoriya ishi**

**OPTIK TOLALARNING SONLI APERTURASINI TAJRIBA YO‘LI BILAN ANIQLASH**

**3.1. Mashg‘ulotning maqsadi**

Optik tolalarning sonli aperturalarini tajriba yo‘li bilan aniqlashni o’zlashtirish ko‘nikmalariga ega bo‘lish.

**3.2. Topshiriq**

3.2.1. Mashg‘ulotga tayyorlanishda quyidagi o‘quv materiallarini o‘rganish va 3.3 paragrafda keltirilgan nazorat savollari (NS) ga javob tayyorlash zarur (ulardan 4 ta savolga javob yozma ravishda bayon etilishi kerak): [3.1] ning 44 – 79 sahifalari, [3.2] ning 6 – 9, 21 – 45 sahifalari, [3.3] ning 37 – 40 sahifalari, [3.4] ning 51 – 52 sahifalaridan foydalaning.

3.2.2. Optik tola va uning geometrik parametrlarini o‘rganish.

Hisobot uchun nazariy qismning qisqacha mazmuni, qurilmaning tuzilishi va olingan natijalarni qayd etish uchun jadval chizilgan sahifani tayyorlash.

**3.3. Nazorat savollari:**

3.3.1. Optik tolaning optik aloqa tizimidagi o‘rniga tavsif bering.

3.3.2. Tolali optik aloqa tizimida qo‘llaniladigan optik tolalarning qanday turlari mavjud? Ularga tavsif bering.

3.3.3. Bir modali va ko‘p modali optik tolalarning farqi nimada?

3.3.4. Apertura burchagi va sonli apertura tushunchalariga ta’rif bering.

3.3.5. Pog‘onali va gradientli sindirish ko‘rsatkichlariga ega bo‘lgan optik tolalar uchun apertura sonlari qanday miqdoriy munosabatlar bilan aniqlanadi?

3.3.6. Optik tola turlari uchun sonli aperturaning norma qiymatlari nechaga tetg?

3.3.7. Sonli apertura optik tolaning qaysi parametrlatiga bog‘liq?

**3.4. Amaliy mashg‘ulotga yakun yasash**

Optik aloqa tizimlarining uzatish muxiti - optik tolalarning tuzilishi, bir modali va ko‘p modali optik tolalarga oid o‘quv materiallari o‘rganildi. Optik tolaning sonli aperturalarini tajriba yo‘li bilan aniqlash bo‘yicha amaliy ko‘nikmalar egallandi.

**3.5. Foydalaniladigan adabiyotlar**

3.1. Yunusov N.Yu., Isayev R.I., Mirazimova G.X. Optik aloqa asoslari. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi – T.: Cho‘lpon nomidagi NMIU, 2014 – y. – 368 bet.

3.2. Mirazimova G.X. Optik aloqa asoslari: O‘quv qo‘llanma., t.f.n., dosent Isaev R.I. mas’ul muharrirligi ostida.-Toshkent, TATU bosmaxonasi, 2006.- 136 b.

3.3. Фриман Р. Волоконно–оптические системы связи: Перевод с английского под ред. Н.Н. Слепова.–М.: Техносфера, 2003.

* 1. Дмитриев С.А., Слепов Н.Н. Волоконно–оптическая техника: Современное состояние и перспективы. - 2-е изд., перераб. и доп. / Сб. статей под ред. - М.: ООО "Волоконно – оптическая техника", 2005.

**3.6. Topshiriqning 2-bandini bajarish bo‘yicha ko‘rsatmalar**

**Diqqat! Har bir qo‘llashdan avval tolali shnurlar yordamida o‘lchovlarni olib borishda ularning kesimidan himoya qalpoqlarini yechish kerak. Tolali shnur yordamida ish tugagach, uning kesimiga yechilgan himoya qalpog‘ini albatta kiygizib qo‘yish kerak.**

Ushbu amaliy ishida quyidagi elementlar qo‘llaniladi (3.9-rasm):

* “nurlanish manbaining elektr ta’minoti bloki” elektron bloki;
* lazer diodi LD yoki yorug‘lik diodi YD;
* yustirovka qurilmalari YuQ1 va YuQ2;
* FS-UPS turdagi konnektorli, himoya qobig‘isiz (sariq rangli bufer qoplamali) bir modali optik tola;
* FC-PC turdagi konnektorli ko‘p modali (olov rangli himoya qobig‘ili) optik tola;
* mikroob’yektivsiz telekamera;
* oq-qora monitor;
* qatorni ajratish bloki;
* ostsillograf.

**Dastlabki ogohlantirish. Optik tolaning sonli aperturasini o‘lchashda telekamera mikroob’yektivi albatta yechilishi kerak.**

Optik tolaning sonli aperturasi NA deganda optik tola ko‘ndalang kesimiga tushayotgan yorug‘lik nuri va optik tola o‘qi orasidagi burchak sinusining nurning o‘zak-qobiq chegarasidan to‘liq ichki qaytishiga mos keladigan qiymati tushuniladi. Uni tajriba yo‘li bilan aniqlash uchun optik tola kesimidan chiqayotgan nurlanishning tarqalish jarayoni tadqiq etiladi. Bunda yorug‘lik nurining optik toladagi to‘liq ichki qaytishi chog‘ida tolaning kirishidagi va chiqishidagi burchaklarning o‘zaro teng bo‘lishiga asoslaniladi. 3.1-rasmda qo‘zg‘atilgan optik tola kesimidan chiqayotgan natijaviy nurlarning yo‘li ko‘rsatilgan. Ular bilan optik tola o‘qi orasidagi θ burchak NA sonli apertura qiymatini belgilaydi.

Optik tolaga kiritiladigan nurlanish manbai sifatida lazer diodi LD yoki yorug‘lik diodi YD ishlatilishi mumkin. Ikkala manba laboratoriya qurilmasining tarkibiga kiradi.

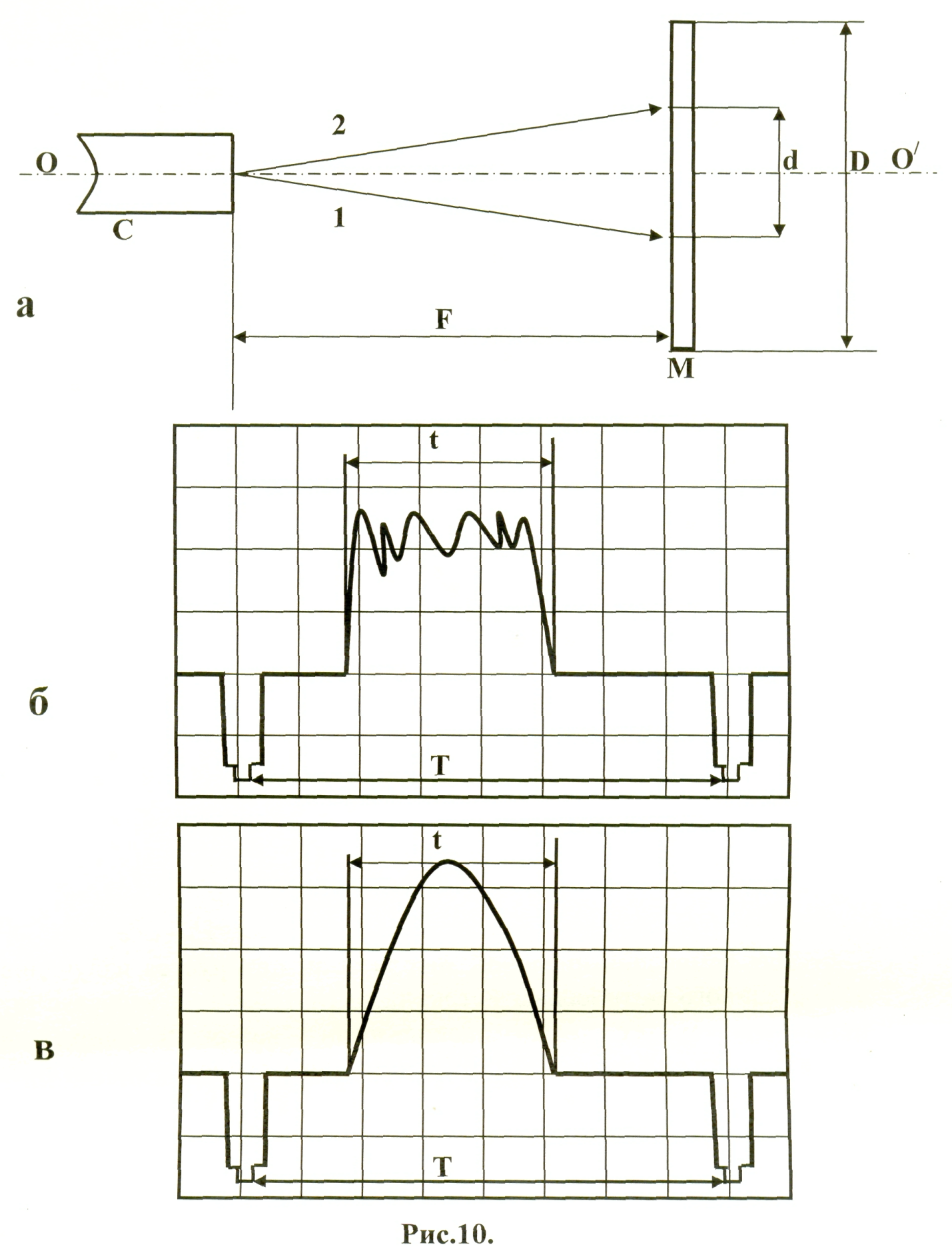
Optik tolaning chiqish kesimi telekameraning ko‘rish maydonida joylashadi va monitor ekranida uning tasviri hosil bo‘ladi. Televizion ostsillograf yordamida tasvir qatorini ajratish (laboratoriya ishi qurilmasining tavsifiga qarang), uning ko‘ndalang kesimida intensivlikning taqsimlanishini tahlil etish imkonini beradi.

θ

NA=sin θ

3.1-rasm. Qo‘zg‘atilgan optik tola kesimidan chiqayotgan natijaviy nurlarning yo‘li

3.2-rasmda optik tola kesimi S va undan chiqayotgan nurlanish mujassamlashgan yorug‘lik konusini chegaralovchi 1-, 2-nurlar ko‘rsatilgan. Nurlar telekameraning PZS matritsasiga tushadi (M 3.2, a-rasm), uning yordamida televizion signal shakllanadi. 3.2, a-rasmda optik tola kesimidan F masofaga tarqaluvchi nurlanishga mos keluvchi yorug‘lik dog‘i t ning diametri va matritsaning T gorizontal o‘lchami belgilangan.



v

b

a

3.2-rasm. Optik tola kesimi C va undan chiqayotgan nurlanish mujassamlashgan yorug’lik konusini chegaralovchi 1-2 nurlar (a). Tadqiq qilayotgan optik toladan LD (b) va YD (v) dan uzatilayotgan optik nurlanishining ostsillogrammasini namunaviy ko’rinishi

M matritsaga yorug‘lik konusi proyeksiyasining tasviri monitor ekranida yorug‘ dog‘ ko‘rinishida kuzatiladi. Ostsillograf va qatorni ajratish bloki QAB yordamida televizion signalning qatorlaridan biri ajratilishi mumkin. Dog‘ o‘rtasiga to‘g‘ri keluvchi, qatorga muvofiq keluvchi ostsillogrammaning namunaviy ko‘rinishi 3.2, b va 3.2, v-rasmlarda ko‘rsatilgan.

3.2, b-rasm tadqiq etilayotgan optik tolaning lazer diodi LD yordamida qo‘zg‘algan holatiga muvofiq keladi. LD nurlanishining kogerentligi tufayli optik tola kesimida barcha mumkin bo‘lgan modalar (spekl) tomonidan hosil bo‘ladigan interferension tasvir kuzatiladi. Natijada yorug‘lik dog‘iga mos keluvchi ostsillogramma kuchli qiyib tashlangan. Bu o‘lchovni o‘tkazishga xalaqit qilishi mumkin.

3.2, v-rasm tadqiq etilayotgan optik tolaning yorug‘lik diodi YD yordamida qo‘zg‘algan holatiga mos keladi. Uning nurlanishi nokogerent va modalar orasida interferensiya mavjud emas.

Dog‘ning diametriga ostsillogrammada belgilangan t o‘lcham mos keladi. D matritsaning gorizontal o‘lchamiga ostsillogrammadagi qo‘shni qator impulslari orasidagi T masofa mos keladi. Maketda ishlatiladigan telekamera uchun D o‘lcham ma’lum (D=40 mm). Shuning uchun dog‘ning real o‘lchami D ostsillogramma bo‘yicha t va T kattaliklarni o‘lchash yo‘li bilan aniqlanishi mumkin:

d=t\*D/T.

Sonli aperturaning qiymati, masofaning o‘lchangan qiymati bo‘yicha oddiy trigonometrik ifoda orqali hisoblanadi:

NA=sin(θ)=*d*/().

3.1. Ko‘p modali (olov rangli himoya qobig‘ili) optik tola kirish kesimining joyini chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi yustirovka qurilmasi YQ1 tuguniga mahkamlanadi (3.8-rasm). Buning uchun quyidagilar bajariladi:

3.1.1. Joyni chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi mikrometrik vint ChB1 yordamida tugunning joyini chapga oxirgi holatga o‘zgartirish;

3.1.2. 2 va 3-platalardagi tirqishlar orqali optik tolani o‘tkazish;

3.1.3. Konnektorning qayd etish vintini burab, optik tolaning FS konnektorini opravka 10 ga mahkamlash.

3.2. Joyni burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi yustirovka qurilmasi YQ2 (3.8-rasm) tuguniga optik tolaning chiqish kesimini mahkamlash. Buning uchun quyidagi ishlar bajariladi:

3.2.1. Joyni chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi mikrometrik vint ChB1 yordamida tugunning joyini chapga oxirigacha o‘zgartirish;

3.2.2. FV2 qayd etuvchi vintni (3.8-rasm) burash va yechiladigan opravka 12 ni ajratish;

3.2.3. 5, 6, 7-halqalardagi va 11-silindrdagi tirqishlar orqali optik tolani o‘tkazish;

3.2.4. Konnektorning qayd etuvchi vintini burab, opravka 12 dagi optik tolaning FC konnektorini mahkamlash;

3.2.5. Ehtiyotlik bilan optik tolaning keskin bukilishiga yo‘l qo‘ymasdan, opravka 12 ni o‘rnatiladigan joyiga qo‘yish va uni FV2 qayd etuvchi vint yordamida mahkamlash.

3.3. O‘rnatish uchun quyidagi ishlar bajariladi:

- NMETB ning old panelidagi (3.7-rasm) damlash tokini sozlovchi potensiometr ruchkasini soat strelkasiga teskari yo‘nalishda eng oxirgi holatga o‘rnating;

- damlash tokining o‘zgarish chegarasini almashlab ulash tugmachasini

50 mA holatiga o‘rnatish;

- bog‘lovchi kabel yordamida LD yoki YD ni (3.4-rasm) NMETB ga ulash. Ulash blok qismining old panelida joylashgan RS4TV ajraladigan ulagich yordamida amalga oshiriladi;

- opravka 8 ga tanlangan optik manbani mahkamlash (3.8-rasm).

3.4. NMETB blokining old panelidagi “TARMOQ” tumblerini yoqish. Bunda u yonadi. Potensiometr yordamida LD damlash tokining Id=20 mA qiymatini o‘rnatish. Damlash tokining nazorati old paneldagi strelkali asbob bo‘yicha amalga oshiriladi.

3.5. Monitorning old panelidagi tugmachali almashlab/ulagichni bosib, M monitor va TK telekameraning (3.4-rasm) ta’minotini yoqish. Bunda u qizib bo‘lgandan so‘ng monitor ekrani kuchsiz yorishadi.

3.6. Optik tolaning chiqish kesimi telekameraning qarshisida joylashgan. Ikkala element ikkinchi yustirovka qurilmasi YQ2 ga mahkamlangan (3.8-rasm). BV2 va BG2 mikrometrik vintlar yordamida telekameraga nisbatan optik tola kesimining burchak bo‘yicha holatini o‘zgartirib va ChK2 hamda ChV2 mikrometrik vintlar yordamida telekamera joyini ikki ko‘ndalang yo‘nalishlarda o‘zgartirib, monitor ekranida optik tola kesimining tasvirini hosil bo‘lishiga erishish mumkin.

3.7. Ushbu eksperimentda tadqiq etilayotgan lazer diodi joyi burchak bo‘yicha o‘zgartirishni amalga oshiruvchi yustirovka qurilmasi YQ1 tugunida joylashgan (3.8-rasm). Uning nurlanishini shu yustirovka qurilmasida (joyni chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugunda) joylashgan optik tolaning kirish kesimiga tushishiga erishish kerak. BV1 va BG1 mikrometrik vintlar yordamida OT kesimiga nisbatan LD ning burchak bo‘yicha holatini o‘zgartirib va ChK2 hamda ChV2 mikrometrik vintlar yordamida LD ga nisbatan optik tolaning kirish kesimli opravkaning joyini ikki ko‘ndalang yo‘nalishlarda o‘zgartirib, optik tola kesimining chiqishida yorug‘lik dog‘ining hosil bo‘lishiga erishish mumkin, bu dog‘ monitor ekranida kuzatiladi. Manbaning va optik tola kirish kesimining holatini sozlashni ketma–ket yaqinlashtirish usulida olib borib kuzatiladigan dog‘ning maksimal aniqligiga erishiladi.

Agarda monitor ekranida tasvirning o‘ta kontrastligi kuzatilsa, qutblantirgichni LD ga burib, quvvat sathini kamaytiriladi.

3.8. Ossillograf manbaini ulash. Uning boshqaruv elementlarini shunday holatga o‘rnatish kerakki, bunda uning ekranidagi ostsillogramma monitor ekranida kuzatiladigan video signalning qatorlaridan biriga mos kelsin.

3.9. ChB2 mikrometrik vintlar yordamida telekameraning joyini shunday holatga o‘zgartirish kerakki, monitorda kuzatiladigan yorishayotgan dog‘ ekranning taxminan yarmini egallasin.

3.10. Ossillografning razvertka rejimi boshqaruv elementlarini qo‘llab, uning ekranida 3.2-rasmga mos keluvchi ossilogrammaning hosil bo‘lishiga erishish. R razvertka davomiyligini (del/mksek) pog‘onali sozlovchi almashlab ulagichning holatini va T-kichik impulslar orasidagi masofani belgilab qo‘yish (3.2-rasm). O‘lchov ma’lumotlarini 3.1-jadvalga kiritish.

3.1-jadval

Optik tolaning sonli aperturasini o‘lchash

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ti (del) | t0 | t1 |  | tn |
| R**i** (del/mksek) | R0 | R1 |  | Rn |
| T**i** (del) | T0 | T1 |  | Tn |
| F**i** (mm) | F0 | F1 |  | Fn |
| d**i** (mm) | d0 | d1 |  | dn |
| NA | NA0 | NA1 |  | NAn |

3.11. “↑” “↓” tugmalar yordamida monitor ekranidagi tasvir bo‘yicha ajratilgan qator joyini pastga yoki yuqoriga o‘zgartirish amalga oshiriladi va yorishayotgan dog‘ga mos keluvchi impulsning maksimal kengligiga erishiladi. Bu bilan yorug‘lik dog‘ining markaziga to‘g‘ri keluvchi qatorni ajratish ta’minlanadi. O‘lchov aniqligini oshirish uchun razvertka davomiyligini del/mksek pog‘onali sozlovchi almashlab ulagich yordamida razvertka davrini kamaytirish kerak. Uning yangi holati R0 ni belgilab qo‘yish.

3.12. BV2 va BG2 mikrometrik vintlar yordamida telekameraga nisbatan optik tola kesimining burchakli holatini o‘zgartirib, monitor ekranidagi dog‘ o‘lchamini va ostsillogrammada unga mos keluvchi impuls o‘lchamini kamaytirishga harakat qilish. Bu bilan optik tola kesimi joylashgan yuza va ob’yektiv fokal yuzasining parallelligiga erishish ta’minlanadi. Shundan keyin ajratilgan qator holati korreksiyalanadi va 11-punktda ta’riflangan ishlar takrorlanadi.

3.13. ChK2 va ChV2 mikrometrik vintlar yordamida optik tola kesimiga nisbatan telekamera joyini ko‘ndalang yo‘nalishlarda o‘zgartirib, dog‘ o‘lchamini kamaytirishga harakat qilish. Bu bilan optik tola kesimining holatini optik o‘q O ga nisbatan (3.2-rasm) moslashtirish ta’minlash.

Shundan so‘ng 11-punktda qayd etilgan, ishlarni takrorlab, ajratilgan qator holatini korreksiyalash. Razvertka davomiyligini (del/mksek) -pog‘onali sozlovchi almashlab ulagichning oxirgi yakuniy holati R0 ni va ostsillogrammada kuzatiladigan impulsning mos keluvchi kengligi t0 va T0 larni belgilab qo‘yish. O‘lchov ma’lumotlarini 3.1-jadvalga kiritish.

3.14. ChB2 mikrometrik vint shkalasi bo‘yicha F0 masofa qiymatini belgilab qo‘yish. O‘lchov ma’lumotlarini 3.1 – jadvalga kiritish.

3.15. F = F1,2...n masofalar va R = R1,2...n uchun 11-14 punktlarda qayd etilgan o‘lchashlarni takrorlash. Bunda barcha otschetlar o‘lchashlarda F1,2...n< F0 bo‘lishiga e’tibor berish. O‘lchashlar soni n o‘qituvchi tomonidan ko‘rsatiladi. O‘lchov ma’lumotlarini 1.3-jadvalga kiritish.

3.16. 3.1-jadvalda keltirilgan ma’lumotlar bo‘yicha yorug‘lik dog‘ining o‘lchamini quyidagi miqdoriy munosabat bo‘yicha aniqlash:

d = t\*D/T.

Hisoblangan qiymatlarni 3.1-jadvalga kiritish.

3.17. Quyidagi munosabat bo‘yicha apertura soni NA ning qiymatini aniqlash:

NA = sin (θ) = d/().

Sonli aperturaning o‘lchangan qiymati uning quyidagi o‘rtacha qiymati bo‘yicha aniqlanadi:

NA = (ΣNAi)/(n).

3.18. Ko‘p modali optik tolani bir modaliga almashtirish. Buning uchun quyidagi amallarni bajarish:

3.18.1. Joyni chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi yustirovka qurilmasi YQ1 tugunining joyini ChB1 mikrometrik vint (3.8-rasm) yordamida eng chap holatga o‘rnatish.

3.18.2. Konnektorning qayd etuvchi vintini burab, ko‘p modali optik tolaning kirish kesimini FS konnektorining opravkasi 10 dan ajratish. Shundan keyin uni joyni chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi yustirovka qurilmasi YQ1 tugunidan chiqarib olish.

3.18.3. Bir modali optik tolani 2, 3-platalardagi tirqishlardan o‘tkazish.

3.18.4. Konnektorning qayd etuvchi vintini burab, optik tolaning FS konnektorini opravka 10 ga mahkamlash.

3.18.5. Joyni chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi mikrometrik vint ChB2 yordamida yustirovka qurilmasi YQ2 tugunining joyini chapga oxirgi holatga o‘rnatish.

3.18.6. Qayd etuvchi FV2 vintni (3.8-rasm) burab ochish va ko‘p modali optik tolali yechiladigan opravka 12 ni ajratish. Optik tolali opravkani yustirovka qurilmasidan chiqarib olish ehtiyotkorlik bilan uni keskin bukishlarga yo‘l qo‘ymasdan amalga oshirilishi kerak.

3.18.7. Konnektorning qayd etuvchi vintini qayta burab, ko‘p modali optik tolaning kirish kesimini FS konnektorining opravkasi 12 dan burab chiqarish. Shundan so‘ng uni joyini burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi yustirovka qurilmasi YQ2 tugunidan chiqarib olish.

3.18.8. Bir modali optik tolani 5, 6, 7-halqalar va silindr 11 dagi tirqishlar orqali o‘tkazish.

3.18.9. Konnektorning qayd etuvchi vintini burab, optik tolaning FS konnektorini opravka 12 ga mahkamlash.

3.18.10. Ehtiyotkorlik bilan - optik tolani keskin bukishlarga yo‘l qo‘ymasdan, opravka 12 ni joylashadigan o‘rniga qo‘yish va uni FV2 qayd etuvchi vint bilan mahkamlash.

3.19. Yuqorida ta’riflangan o‘lchash usullaridan foydalanib, bir modali optik tolaning sonli aperturasini o‘lchash.

**3.7. Nazariy qism**

**Sonli apertura**

Optik tolaga bir emas, bir necha yorug‘lik nurlarining dastasi kirish konusini hosil qilib tushadi va faqat kritik burchakdan katta burchak ostida tushgan nurlargina OT o‘zagi bo‘ylab tarqaladi. Nurlarning tola o‘zagiga maksimal tushish konusining yarim burchagi apertura burchagi – θa, sinθa kattalik esa sonli apertura deb ataladi (3.3-rasm). Sonli apertura NA bilan belgilanadi (inglizchadan Numerical Aperture) va o‘zak, qobiq sindirish ko‘rsatkichlari orqali quyidagi munosabat bo‘yicha aniqlanadi:

,

yoki

. (3.7.3)

(3.7.3) munosabatda sonli aperturani hisoblashning adabiyotlarda uchrashi mumkin bo‘lgan ikki formulasi berilgan. Ular sonli aperturaga yaqin qiymatlarni beradi. Birinchi formula nazariy, ikkinchisi esa amaliy hisoblashlar uchun ishlatiladi. Bu yerda o‘lchash usullariga bog‘liq holda k=0,98 yoki k=0,94.

Berilgan n1=1,48, n2=1,46 qiymatlar uchun, (3.7.3) formula bo‘yicha sonli aperturaning (nazariy qiymatlari) 0,242487 yoki 0,237637 (k=0,98) va (amaliy qiymati) 0,227938 (k=0,94) ga teng.

Sindirish ko‘rsatkichlarining nisbiy farqi ∆n quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

 (3.7.4)

θ≤θa burchak ostida, ya’ni apertura burchagi doirasida tushgan nurlar (3.3-rasmdagi 1-nurga mos keladi) qobiq va o‘zak chegarasidan to‘liq ichki qaytib, optik tola o‘zagi bo‘ylab uzatiladi.

Өа apertura burchagi

21

2

1

Өа

3.3-rasm. Optik tolaning apertura burchagi.

θ>θa apertura burchagi doirasidan katta burchak ostida tushgan nurlar sinib, o‘zakdan qobiqqa o‘tadi. Bu nurlarning bir qismi qobiq bo‘ylab tarqalib, qobiqdan chiqib ketib qolgan qismi o‘zak bo‘ylab tarqalishi chog‘ida so‘nib boradi (3.3-rasmdagi mos ravishda 2 va 21 nurlar).

Apertura doirasiga mos keluvchi nurlar yo‘nalgan nurlar (1-nur), aperturadan tashqaridagi nurlar (2 va 21-nurlar) nurlanuvchi nurlar deb ataladi. Aperturadan tashqaridagi qobiq bo‘ylab tarqaladigan nurlar qobiq bo‘ylab uzatiluvchi nurlar deb ataladi.

3.2-jadvalda eng ko‘p tarqalgan optik tolalar parametrlarining odatiy qiymatlari keltirilgan.

3.2-jadval

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| OT turi (kvars shishasi) | O‘zak diametri, mkm | NA | Tola o‘zagiga maksimal tushish burchagi, grad. | ∆n |
| Ko‘p modali OT | 50 – 200 | 0,25 – 0,5 | 20 – 30 | 0,005 – 0,02 |
| Bir modali OT | 5 – 12 | 0,12 – 0,25 | 5 - 8 | 0,002 – 0,01 |

NA optik tolaning muhim parametri hisoblanib, yorug‘lik nuri tolaga qanday kiritilishi va tarqalishini ko‘rsatadi.

NA ning qiymati katta bo‘lgan OT yorug‘likni yaxshi qabul qiladi, kichik sonli aperturali optik tolalarga esa faqat tor yo‘nalishli yorug‘lik dastasini kiritish mumkin.

Yuqori o‘tkazish polosali OT kichik qiymatli NA ga ega. Shu sababli, ularda modalar soni kam, dispersiya qiymati kichik va ishchi o‘tkazish polosasi keng bo‘ladi.

NA katta qiymatga ega optik tolalarda yorug‘lik nurining mumkin bo‘lgan yo‘nalishlari, ya’ni modalar sonining ko‘pligi natijasida modalararo dispersiya yuqori bo‘ladi.

**«Optik tolalarning xarakteristikalarini tadqiq etish» o‘quv qurilmasi**

**1. Qurilmaning umumiy tavsifi**

Ushbu qurilma asosida quyidagi ishlarini bajarish mumkin:

1. Optik tolalarning sonli aperturasini tajriba yo‘li bilan aniqlash.

2. Optik tolaning bukilishi tufayli yuzaga keladigan so‘nish solishtirma koeffitsiyentining tola radiusiga bog‘liqligini tadqiq etish.

Yuqorida qayd etilgan ishlarini bajarish quyidagi maqsadlarga erishish imkonini beradi:

-optik tolalarning sonli aperturasini tajriba yo‘li bilan aniqlash;

-optik tolalarning ruxsat etiladigan bukilish radiuslarini baholash va bukilish kiritadigan so‘nish koeffitsiyentini aniqlash.

**2. Maketining tarkibi va uning funksional sxemasi**

Maketining funksional sxemasi 3.4-rasmda keltirilgan. Uning tarkibiga quyidagi elementlar kiradi:

**2.1. Optik nurlanish manbai - lazer diodi LD1**, u λ = 0,67 mkm to‘lqin uzunligidagi nurlanishni ta’minlaydi. Nurlanish quvvati damlash toki Id ga bog‘liq bo‘ladi va Id = 40 mA da 5 mVt qiymatga erishadi.

**2.2. Optik nurlanish manbai - yorug‘lik diodi YD,** uλ = 0,67 mkm to‘lqin uzunligidagi nurlanishni ta’minlaydi. Nurlanish quvvati damlash toki Id ga bog‘liq bo‘ladi va Id = 40 mA da 5 mVt qiymatga erishadi.

LD1 korpusida mikroob’yektiv mavjud bo‘lib, u nurlanishni optik tolaning kesimiga fokuslash imkonini beradi. YD da mikroob’yektiv mavjud emas. LD1 va YD bir xil diametrli kaprolonli korpuslarda joylashgan va ta’minot blokiga ulanish uchun RS4-TV ajraladigan ulagichli elektr shnurlar bilan ta’minlangan.

Qurilmada ular maxsus opravkada joylashgan, bu o‘lchash jarayonida ularni osonlik bilan almashtirishni amalga oshirish imkonini beradi.

* 1. **Optik nurlanish manbaining ta’minot bloki (NMTB λ=0,67 mkm).** 3.5-rasmda blokning old paneli ko‘rsatilgan. Unga LD1 va YD RS4-TV ajraladigan ulagichli ta’minot shnuri yordamida ulanadi. Ajraladigan ulagichning blokli qismi old panelda joylashgan va “OPTIK CHIQISH” deb belgilangan.

Blok quyidagi imkoniyatlarni ko‘zda tutadi:

- old panelda joylashgan potensiometr ruchkasi yordamida damlash tokini sozlash. Damlash tokining o‘zgarishi lazer diodining nurlanish quvvatini o‘zgartirish imkonini beradi;

- almashlab ulagich tugmasi yordamida damlash tokining o‘zgarish chegarasini (5, 50 mA) almashlab ulash;

- “NURLANTIRGICH TOKI” raqamli indikatori yordamida damlash tokining mavjudligini qayd etish.

NMTB ta’minoti 220 V/50 Hz tarmoqdan amalga oshiriladi. Blokni yoqish old paneldagi qizil rangli “TARMOQ” tumbleri orqali amalga oshiriladi.

**2.4. Optik nurlanish manbaining ta’minot bloki (NMTB λ=1,3 mkm).** Blok oldingi blokdagi bilan bir xil boshqaruv elementlaridan iborat. Farqi shundaki, RS4-TV elektr ajraladigan ulagich o‘rniga FS-SM optik rozetka o‘rnatilgan. Unga optik tolaning ajraladigan ulagichi bevosita ulanadi.

**2.5. FD fotodiod**, u λ=0,67 mkm to‘lqin uzunlikdagi nurlanishni qayd etish uchun mo‘ljallangan, shtativda silindrik korpusda joylashgan va foto qabul qilgich blokiga ulanish uchun RS4-TV ajraladigan ulagichli ta’minot shnuri bilan jihozlangan. Fotodiod korpusiga opravka o‘rnatilgan, unga tadqiq etilayotgan optik tola K konnektori mahkamlangan.

**2.6. Foto qabul qilgich (FQQ),** u λ=0,67 mkm to‘lqin uzunlikdagi nurlanishni qayd etish uchun mo‘ljallangan. 3.6-rasmda FQQ blokining old paneli ko‘rsatilgan. Unga RS4-TV ajraladigan ulagichli ta’minot shnuri yordamida FD ulanadi. Ajraladigan ulagichning blok qismi old panelda joylashgan va unga “OPTIK CHIQISH” deb yozilgan.

ОТ 1

ОТ 2

YuQ 2 2

YuQ 1

ТQ

Q

ChS

BS

YD

ChS

BS

QК

LD1

YO’T

ОТ 3

QК

FD

NMTB

λ=0,67 мkм

FQq

Optik

kirish

МТB

ОQМ

QAB

OSTS

Кir1(2)

Sinx

.

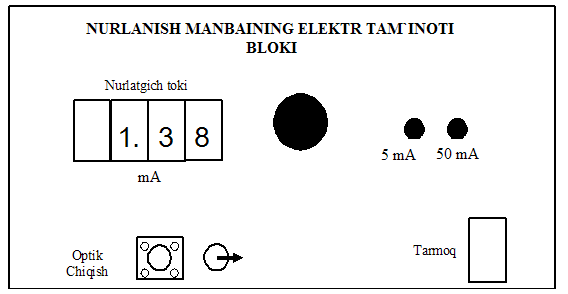
Optik

testr

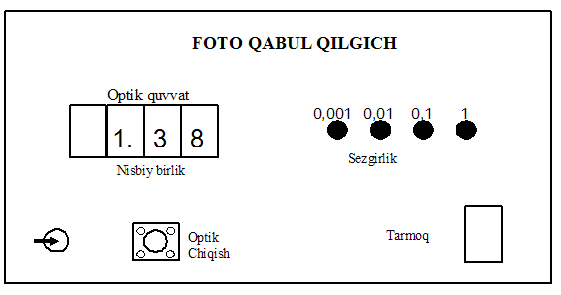
NMTB

λ=1,3 мkм

3.4-rasm. Maketning funksional sxemasi

****

3.5-rasm.Optik nurlanish manbaining elektr ta’minoti bloki



3.6-rasm. Foto qabul qilgich

Blok optik quvvatning o‘zgarish chegarasini almashlab ulash imkoniyatini ko‘zda tutadi. Buning uchun old panelda “SEZGIRLIK” tugmachali almashlab ulagich mavjud. Old paneldagi “0,001; 0,01; 0,1; 1” tugmachalarini bosish fototok kuchayish koeffitsiyentining o‘zgarishiga olib keladi.

Optik quvvat nazorati uchun FQQ old panelida “OPTIK QUVVAT, NISB. BIRL.” raqamli indikatori mavjud. FD ning fotosezgir maydoniga tushayotgan optik nurlanish, uning p-n o‘tishi orqali o‘tayotgan tok (fototok) ning o‘zgarishiga olib keladi. Fototok fotodiodning fotosezgir maydonidagi optik quvvat qiymatiga to‘g‘ri proporsional. Shuning uchun raqamli indikator ko‘rsatkichi bu quvvatga proporsional, lekin unga teng emas. Foto qabul qilgich yordamida o‘lchash nisbiy birliklarda amalga oshiriladi.

**2.7. “TOPAZ 3000” optik testeri.** U λ=1,3 mkm to‘lqin uzunlikdagi nurlanish parametrlarini qayd etish uchun mo‘ljallangan.

**2.8. Ikkita optik tola OT1 va OT2 qirqimi:**

- FS-URS turdagi konnektorli himoya qobig‘isiz bir modali optik tola (sariq rangli bufer qoplamasi bilan);

- FS-RS turdagi konnektorli ko‘p modali optik tola OT (olov rangdagi himoya qobig‘i bilan);

OT konnektorlari laboratoriya qurilmasining optik sxema elementlari bilan maxsus opravalar (K) yordamida ulanadi, maxsus opravalar yustirovka qurilmalariga mahkamlangan (ularning ta’rifi quyida keltiriladi).

**2.9. Mikroob’yektivli telekamera (TK),** tadqiq etiladigan OT kesimidan tushayotgan nurlanishni tahlil qilish uchun xizmat qiladi. Telekameraning ko‘rish maydonida tadqiq etilayotgan OTning bitta kesimi ko‘rinadi.

Telekamera quyidagi xarakteristikalarga ega:

- maksimal ruxsat etish – 700 lin/mm;

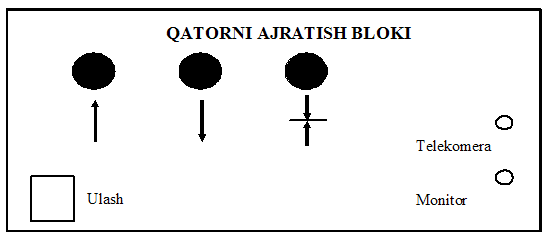
- ob’yektivning fokus masofasi F=4,2 mm.

O‘lchovlarni olib borish (sonli aperturani o‘lchash, moda tarkibini tadqiq etish, manbaning kogerentlik darajasini o‘lchash) da telekamera ob’yektivi ishlatilmaydi.

**2.10. Oq–qora monitor (OQM),** uning ekranida telekamera orqali shakllangan tadqiq etilayotgan optik tola yoritilgan kesimining tasviri kuzatiladi.

**2.11. Qatorni ajratish bloki (QAB),** uning yordamida telekamera orqali shakllangan tasvirning qatorini ajratish amalga oshiriladi. Bu signal tadqiq etilayotgan optik tolaning ko‘ndalang kesimida intensivlikning taqsimlanishiga mos keladi.

3.7-rasmda qatorni ajratish blokining old paneli ko‘rsatilgan. Unda «↑», «↓», «+» simvollari bilan belgilangan uchta tugma mavjud. «↑», «↓» tugmalari yordamida monitor ekranidagi tasvir orqali ajratilgan qatorni pastga yoki yuqoriga siljitish amalga oshiriladi. «+» tugmasi ajratilgan qatorni tasvir o‘rtasiga o‘rnatadi. Ajratilgan qatorning holati monitor ekrani orqali nazorat qilinadi - tasvirda u yorqin chiziq bilan belgilangan.



3.7-rasm. Qatorni ajratish bloki

Old panelga ikkita (ko‘k va qizil) yorug‘lik diodi joylashgan, ular blokning elektr ta’minotga ulanganligini va uning kirishida video signal mavjudligini nazorat etish imkonini beradi. Ta’minotga ulash old paneldagi «ULASH» tumbleri orqali amalga oshiriladi.

QAB monitorning video chiqishi va ostsillografning kirishi bilan mos keluvchi ajraladigan ulagichli kabel yordamida ulanadi. Ajraladigan ulagichlarning blok qismlari blokning orqa panelida joylashgan.

**2.12. Monitorning elektr ta’minoti bloki (METB),** monitorning 220V/50Hz o‘zgaruvchan elektr toki tarmog‘idan ta’minotini amalga oshiradi. Telekamera va QAB ning ta’minoti monitorda ishlab chiqiladigan kuchlanish orqali ta’minlanadi.

**2.13. Ostsillograf (OSTS).** Uning kirishiga QAB dan ajratilgan qatorga muvofiq keluvchi signal tushadi. Telekameraning kuzatish maydonida tadqiq etilayotgan optik tola kesimi yotganligi uchun, qatorni ajratish rejimida ostsillogramma o‘zida optik tolaning ko‘ndalang kesimida intensivlikning taqsimlanishini aks ettiradi.

**2.14. Ikkita yustirovka qurilmasi (YQ1, YQ2).** Ular quyidagilarni ta’minlaydi:

- LD manbai va tadqiq etilayotgan optik tola kesimining konnektori (K) uchun opravkani o‘zaro yustirofkalaydi (YQ1). Bu hol sozlash, o‘lchovlarni o‘tkazish qulayligini ta’minlab, tadqiq etiladigan optik tolaga kiritiladigan optik quvvat sathini o‘zgartirish imkonini beradi;

- tadqiq etilayotgan optik tola kesimi va telekameraning o‘zaro yustirovkalaydi (YQ2).

YQ1 va YQ2 ning soddalashgan (yuqoridan ko‘rinishiga mos keluvchi) eskizi 3.8-rasmda keltirilgan.

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**7**

ChK2

ChB2

BG

BG

3.8-rasm. Ikkita yustirovka qurilmasi

Kamera va monitorni (Videokirishni)

ulovchi kabel

**11**

**12**

**13**

**14**

**15**

**16**

FB2

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**7**

ChK1

ChB1

BG1

**8**

ChB2

BG1

ChB1

**10**

LD ni damlash tok manbaiga

ulovchi kabel

YQ1

YQ2

Bu qurilmalar, kerakli elementlar biriktirilgan opravka ko‘rinishi bilangina farqlanadi. Ularning boshqaruv qurilmalari bir xil.

Asos 1 (3.8-rasm) yustirovka qurilmalarining asosi bo‘lib xizmat qiladi. Ularda ikki tugun joylashgan. Ularning biri o‘zaro perpendikulyar yo‘nalishda biriktirilgan elementli opravkaning joyini chiziqli ko‘ndalang (ChK), chiziqli bo‘ylama (ChB), chiziqli vertikal (ChV) o‘zgartirishni amalga oshirish imkonini beradi.

Ikkinchi tugun, ikki o‘zaro perpendikulyar yuzalarda biriktirilgan elementli opravkaning joyini burchakli - vertikal (BV) va gorizontal (BG) o‘zgartirishni amalga oshiradi.

Yuqorida ko‘rsatilgan 5 yo‘nalishdan biri bo‘yicha o‘zgartirishlarni amalga oshiruvchi mikrometrik vintlar rezbalarining qadami bir xil bo‘lib, 0,5 mm ni tashkil etadi. Joyini chiziqli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugun tarkibiga uchta harakatlanuvchi (2, 3, 4) platalar kiradi, ular uch o‘zaro perpendikulyar yo‘nalishlarda - mos ravishda ChB 1, 2 mikrometrik vintlar orqali (chiziqli bo‘ylama yo‘nalishda), ChK 1, 2 (chiziqli ko‘ndalang yo‘nalishda), ChV 1, 2 (chiziqli vertikal yo‘nalishda) joylarini o‘zgartirishlari mumkin.

Joyini burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugun tarkibiga uchta bir biriga kirgizilgan 5, 6, 7-halqalar kiradi. Tashqi 5-halqa asos 1 bilan juda mahkam bog‘langan. 6- va 7-halqalar shunday biriktirilganki, ularni gorizontal (6) va vertikal (7) o‘qlar atrofida burish taminlangan. Burish BG (joyini burchakli gorizontal o‘zgartirish) va BV (joyini burchakli vertikal o‘zgartirish) mikrometrik vintlar yordamida amalga oshiriladi.

YQ1 da joyini burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugunning ichki 7-halqasiga optik manba (LD yoki YD) li opravka 8 mahkamlangan. Shu tarzda bir manbadan keyin ikkinchisini ishlatish imkoniyati ko‘zda tutilgan. Eskizda ulovchi kabel ko‘rsatilgan, uning yordamida optik manba «Nurlanish manbaining elektr ta’minoti bloki» ga ulanadi. Opravka 8 ga qutblantirgich 17 mahkamlangan. U opravkaga uning ichki yuzasidagi rezba bo‘ylab buraladi. Qutblantirgichning burilishi optik quvvat sathining o‘zgarishiga olib keladi.

YQ1 da joyini burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugunning 3-platasiga (3.8-rasm) opravka 10 mahkamlangan, unga tadqiq etilayotgan optik tolaning FC konnektori ulanadi.

3-, 4-platalarda va silindr 9 da tirqishlar mavjud, u orqali tadqiq etilayotgan optik tola o‘tadi (3.8-rasm).

YQ2 yustirovka qurilmasida joyini burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugunning ichki 7-halqasiga markaziy tirqishli silindr 11 mahkamlangan. Unga joyidan olinadigan opravka 12 FV2 vint yordamida (3.8-rasm) mahkamlangan, unda tadqiq etilayotgan optik tolaning FC konnektori qayd etiladi.

Silindr 11 va joyini burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugunning qopqog‘idagi tirqish (eskizda ko‘rsatilmagan) orqali tadqiq etilayotgan optik tola o‘tadi.

YQ2 yustirovka qurilmasida joyini burchakli o‘zgartirishni amalga oshiruvchi tugunning 3-platasiga ichki tirqishli silindr 14 mahkamlangan. Unga telekamera 13 mahkamlangan. Silindr 14 ning tashqi yuzasida (M 40 x 0,5) rezba mavjud. Unga ob’yektiv 15 ga ega bo‘lgan opravka 16 buraladi. Telekamera ob’yektivi ishlatilgan holda rezba bo‘ylab opravka 16 ning joyini silindr 14 gacha o‘zgartirish, M monitor ekranida telekamera orqali shakllangan tasvirni sozlash imkonini beradi.

Eskizda (3.8-rasm) telekamerani monitor bilan bog‘lovchi kabel ko‘rsatilgan.

YQ2 yustirovka qurilmasi telekamera mikroob’yektiviga nisbatan tadqiq etilayotgan optik tola kesimining holatini kerakli tarzda o‘zgartirish uchun xizmat qiladi.