

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ ҚЎМИТАСИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ФАРҒОНА ФИЛИАЛИ
«АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ» КАФЕДРАСИ**

«ҲИМОЯГА»

Кафедра мудири

« ____ » _____ 2014 й

**“Рақамли оптик толали алоқа
тизимларида ахборотларни
ҳимояловчи оптоэлектрон қурилмани
тадқиқ этиш”**

МАВЗУСИДА

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

БИТИРУВЧИ:

Абдурахимов С.
612-10 гуруҳ талабаси

Фарғона – 2014 йил

Кириш

1. ОПТИК АЛОҚА ВА ОПТИК ТОЛА ҲАҚИДА АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

- 1.1. Оптик алоқа, унинг афзалликлари ва қўлланиш соҳалари**
- 1.2. Оптик алоқа тизимларининг тузилиш принциплари**
- 1.3. Оптик нур ўтказувчилар ва уларнинг турлари**
- 1.4. Оптик тола бўйлаб ёруғлик нурунинг тарқалиши**
- 1.5. Оптик тола турлари ва уларнинг тавсифлари**

2. ОПТИК ТОЛАНИ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИ

2.1. Сўниш

2.1.1. Толанинг шахсий йўқотишлари

2.1.2. Кабель йўқотишлари

2.2. Отик толали алоқа кабелларида дисперсия

2.2.1. Модалараро дисперсия

2.2.2. Хроматик дисперсия

2.2.3. Материал дисперсияси

3.2.4. Тўлқин ўтказувчи тола дисперсияси

3.2.5. Қутбланган мода дисперсияси

2.3. Дисперсияни камайтириш усуллари

3. ОПТИК ТОЛА АЛОҚА ЛИНИЯЛАРИДА ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ, КЎРИНИШЛАРИ ВА ВОСИТАЛАРИ.

3.1. Ўлчаш усулларини классификацияси.

3.2. Оптик толали алоқа линиясини ўлчаш турлари ва воситалари.

3.3. Ўлчаш воситаларини умумий классификацияси.

3.3.1. Оптик нурланиш қуввати ва оптик нурлантириш манбаси сўнишларни ўлчагичлари (тестерлар, мултиметрлар).

3.3.2. Хроматик (CD) ва қутибланган мода (PMD) дисперсияларини ўлчаш асбоблари.

3.3.3. Универсал ўлчовчи тизимлар (платформа).

3.3.4. Оптик рефлектометр.

3.4. Отик толали алоқа линияларини рефлектометр ёрдамида ўлчаш ишларини таҳлил қилиш.

4. Ҳаёт фаолияти ва хавфсизлиги.

Хулоса.

Фойдаланилган адабиётлар.

Иловалар.

Кириш

Замонавий давр жамиятни ахборотлаштириш жараёнини кескин ривожланишга олиб кирмоқда. Бу жараён ахборот-коммуникациялар хизматларидан фойдаланувчиларни телекоммуникациялар тармоқларига юқори тезлик билан (кенг полосали) уланишга ундайди. Бундай талаб Интернетдан фойдаланувчиларнинг кескин ўсиб бориши ва мультимедия, видеоконференция, электр рақамли имзодан фойдаланиш, электрон тижорат, электрон хужжат айланиш ва бошқа бир қанча замонавий хизматларни ҳаётга кириб келишидан чиқиб келяпти.

Маълумки, юқори тезликдаги сигналларни узатиш ва қабул қилиб олиш учун юқори даражада ўтказиш қобилиятига эга бўлган йўналтирувчи муҳит бўлиши керак. Бундай талабларга жавоб берадиган оптик алоқа воситаларига тенг келувчи воситалар ҳозирги кунда мавжуд эмас. Бундан ташқари, оптик алоқа тизимлари орқали катта ҳажмдаги ахборотларни хоҳлаган масофаларга узатиш мумкин.

Шунинг учун оптик алоқа жамиятни ахборотлаштириш жараёнини ривожлантирувчи мукаммал ва истиқболли алоқа воситаси ҳисобланади.

Фотон технологияси асосидаги оптик алоқа (ОА), яъни тўлиқ оптик тармоқлар АОН (All-optical Networks) телекоммуникация тармоқларининг келажаги ҳисобланади. Тўлиқ оптик алоқа магистрал тармоқларни, шунингдек абонентларнинг тармоққа уланишини ҳам қамраб, миждозларнинг телекоммуникация тармоқларига кенг полосали уланишларини таъминлайди. Фотон технологияси асосидаги тўлиқ оптик алоқада коммутация, мультиплексорлаш ва регенерациялаш оптоэлектрон ёки электрооптик эмас, балки фақат оптик технология асосида амалга оширилади. Бу билан қурилманинг техник иқтисодий кўрсаткичлари, ишончилиги ва узатиш тезлиги бир неча мартага ошади. Фотон технологиясини алоқа тармоқларига тадбиқ этишда оптик коммутаторлар, оптик регенераторлар, кучайтиргичлар, филтрлар, спектр бўйича зичлаштириш тизимлари қўлланилади.

Оптик алоқанинг ривожланиш тарихига назар ташласак, шуни айтиб ўтиш жоизки, цивилизациянинг бошланғич давларида ҳам инсон ахборотларни узоқ масофаларга узатишда оптик сигналлардан фойдаланган. Бунинг учун кундуз кунни тутунли сигналлардан ёки акс этган қуёш нуридан, тунда эса олов сигналларидан фойдаланган. Вақт ўтиши билан у қуруқликда машина телеграфи, денгизларда байроқли сигнализация ва сигнал лампалари билан алмашган. Ўз навбатида, телефон ва телеграф радиоалоқаси билан алмашди.

1882 йил америкалик олим А. Белл томонидан овозли ахборотни электр сигнал кўринишида узатиш имконини берувчи электр телефон ишлаб чиқилди.

Фан-техника, квант физикаси, оптоэлектроника бўйича эришилган ютуқлар, оптик квант генераторларининг (лазерларни) яратилиши билан оптик алоқа ривожланишининг замонавий даври бошланди.

60-йиллар бошида биринчи лазер яратилди. Тракт сифатида ер усти атмосфера қатлами, яъни очиқ алоқа линияси ишлатилган. ҳозирда бундай тизимлар космосда, баъзи хорижий мамлакатларда кўп қаватли баланд биноларда қўлланилмоқда.

70-йилларда кварц шиша материалидан олинган толанинг нурни ютувчи қўшимчаларни олиб ташлаш йўли билан сўниш қийматларини камайтириш усули яратилди ва 1979 йилга келиб, оптик толанинг сўниш қийматлари 0,2 дБ/км гача камайтириш мумкинлиги аниқланди. ҳозирги кунда нафақат сўниш қийматлари, балки спектр бўйича зичлаштирилган тизимларнинг бир неча тўлқин узунликларини битта тола орқали бир вақтда узатиш имконини берувчи, дисперсия қиймати минимал бўлган бир модали толалар ҳам яратилган. Бундай толалар Люсент Техноложиз, Корнинг каби кўплаб хорижий компаниялар томонидан ишлаб чиқарилмоқда.

Ҳар бири 20 Гбит/с тезликли 55 та канални мультимплексорлаб, битта тола орқали узатиш мумкин, бунда йиғинди тезлик 1,1 Тбит/с ни ташкил этади.

Ўзбекистон Республикасида ҳам жамиятни ахборотлаштириш борасида кўпгина ишлар амалга оширилди ва бу ишлар давом этмоқда. Бу мақсадда 1995 йил 1 августда Вазирлар Маҳкамаси томонидан «2010 йилгача муддатда Ўзбекистон Республикаси телекоммуникация тармоқларини ривожлантириш ва реконструкция қилиш Миллий дастури» қабул қилинди. Ушбу дастурга мувофиқ 1995-1997 йилларда ТОО (Транс-Осиё-Овропа) магистралнинг жаҳон стандартларига мос келувчи, рақамли транспорт тармоғи Миллий сегментини қуриш бошланди ва узунлиги 830 км дан ортиқ магистрал ТОА (толали оптик алоқа) линияси фойдаланишга топширилди. ТОО Миллий сегментида Сименс (Германия) фирмасининг толали оптик кабелларидан фойдаланилди.

1995-2000 йилларда ОЕСФ (Япония) лойиҳаси доирасида 1080 км узунликда ҳудудий ТОА линияси қурилди ва фойдаланишга топширилди.

1996-1997 йилларда Тошкент шаҳрида “Сименс” толали оптик кабелларини қўллаб барча электрон АТСларни ва шунингдек тугунли аналог АТСлар бирлаштирувчи катта транспорт ҳалқа қурилди.

2001 йилда EDSF (Корея) лойиҳаси асосида Андижон ва Фарғона вилоятларининг ҳудудий телекоммуникация тармоқларини қайта таъмирлаш амалга оширилди. Лойиҳа натижасида умумий узунлиги 354 км бўлган ҳудудий ТОА линияси қурилди.

Ҳозирда ташқи иқтисодий бирдамлик Япония банки кредити ҳисобига Фарғона водийсининг учта вилояти ҳалқали тармоқларини қуриш, Қашқадарё, Сирдарё вилоятларида ҳалқали ҳудудий телекоммуникация тармоқларини қуриш, Бухоро-Нукус участкасида ТОА линиясини Бухоро-Навои-Зарафшон-Учкудуқ-Нукус ТОА линияси орқали резервлаш ишлари амалга оширилмоқда. Бу лойиҳа доирасида 2000 км магистрал, 700 км ҳудудий ТОА линияларини қуриш назарда тутилган.

Бу лойиҳа ўз-ўзини тикловчи ҳалқа тузилиши ва рақамли узатиш тизимларини қўллаш асосида канал ва трактларнинг захирасини таъминлайди, натижада алоқа тармоқларининг ишончлилиги янада ошади.

Ўзбекистон телекоммуникация тизимининг 28 та йўналиш бўйича дунёнинг 180 та мамлакатига чиқадиган тўғридан-тўғри халқаро каналлари мавжуд. Буларда ҳам толали оптик ва шунингдек сунъий йўлдошли тизимларидан фойдаланилмоқда. Бутун тармоқ нафақат ҳозирда, балки кейинчалик ҳам ҳозирдан кўпроқ ахборот ўтказиш қувватига эга.

Замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ҳаётга тадбиқ этилиши, фан техниканинг жадал ривожланиши билан билимларнинг тезда янгиланиши ўқувчилар олдига ана шу билимларни тизимли ва мустақил эгаллаш вазифасини қўяди.

1. ОПТИК АЛОҚА ВА ОПТИК ТОЛА ҲАҚИДА АСОСИЙ

ТУШУНЧАЛАР

1.1. Оптик алоқа, унинг афзалликлари ва қўлланиш соҳалари

Толали оптик алоқа бу ахборот ёруғлик нури кўринишида оптик тола бўйлаб узатиладиган алоқа туридир.

Оптик алоқанинг асосий йўналиши толали оптик алоқа ҳисобланади. Чунки ҳозирги вақтда юқори даражадаги узатиш характеристикаларига эга бўлган нур ўтказувчи толалар ишлаб чиқилган. Толали оптик алоқа тармоғи - бу тугунлар ораси оптик алоқа линиялари орқали боғланган алоқа тармоғидир.

Ахборотни толали оптик алоқа линиялари орқали узатиш мис кабеллар ва бошқа узатиш муҳитларига қараганда бир қанча афзалликларга эга. Шу афзалликлари туфайли толали оптик алоқадан нафақат телефон алоқасини ташкил этишда, балки телевидениеда, овоз эшиттиришларини узатишда, ҳисоблаш техникасида, транспорт воситаларида ва бошқа соҳаларда кенг фойдаланилмоқда.

Толали оптик алоқада узатиш канали сифатида қўлланиладиган оптик толаларнинг афзалликлари қуйида келтирилган.

Ўтказиш оралиғи кенг. Бу ташувчи частотасининг жуда юқорилиги 10^{14} Гц билан тушунтирилади. Битта оптик тола бўйлаб секундига бир неча терабит ахборотлар оқимини узатиш имконияти мавжуд. Ўтказиш оралиғининг кенглиги оптик алоқанинг мис ва бошқа ахборот узатиш муҳитларидан устун турувчи энг муҳим афзаллигидир.

Оптик толада ёруғлик сигналларининг кам сўниши.

Ҳозирги кунда кўплаб компаниялар томонидан ишлаб чиқарилаётган оптик толалар 1 канал километр ҳисобида 1,55 мкм тўлқин узунлигида 0,2 дБ/км сўнишга эга. Сўниш ва дисперсия қийматларининг кичиклиги оптик сигналларни алоқа линиялари бўйлаб регенерациясиз 100 км ва ундан узоқ масофаларга узатиш имконини беради.

Шовқин сатҳининг кичиклиги оптик толанинг ўтказиш қобилиятини оширади.

Шовқиндан ҳимояланганлиги юқори. Оптик тола диэлектрик материаллар – кварц, кўп таркибли шиша, полимерлардан тайёрланганлиги учун у электромагнит нурланишни индукциялаш хусусиятига эга, атрофидаги мис кабелли тизим ва электр қурилмаларнинг (электр узатиш линиялари, электродвигателли ускуна ва бошқалар) ташқи электромагнит шовқинларига таъсирчан эмас. Шунингдек, кўп толали оптик кабелларда кўп жуфтли мис кабелларга хос электромагнит нурланишларнинг ўзаро таъсири каби муаммолар юзага келмайди.

Бу афзаллиги туфайли оптик кабеллардан ишлаб чиқариш корхоналарида, бошқарув марказларида, самолёт ва кема каби транспорт воситаларида фойдаланган маъқулдир. Чунки шу каби кичик жойларда ҳам энергетик қурилмалар, ҳам автоматика ва телебошқарув тизимлари, ҳам кўп сонли абонент қурилмаларидан иборат тармоқланган алоқа тармоқлари жойлашган бўлади. Бундай ҳолатда электромагнит ва ўзаро шовқинлар юзага келади. Оптик кабелларнинг эса бундай шовқинларга таъсирчан эмаслигини айтиб ўтдик.

Енгиллиги, ҳажми ва ўлчамларининг кичиклиги. Оптик кабеллар мис кабеллар билан солиштирилганда, анча енгил ва ҳажми кичик. Масалан, 900 жуфтли 7,5 см диаметрли мис телефон кабели 0,1см диаметрли битта оптик тола билан алмаштирилиши мумкин. Агар оптик тола бир неча ҳимоя қобиқларидан иборат ва бирон пўлат лента билан қопланган бўлса, бундай тола диаметри 1,5 см га тенг бўлади, бу эса кўрилаяётган мис кабель диаметридан бир неча марта кичик.

Оптик толанинг бу афзаллиги оптик кабелли линия трактларини қуришда анча енгилликлар яратади. Енгиллиги ва ўлчамининг кичиклиги туфайли оптик толанинг самолёт, вертолёт ва бошқа транспорт воситаларида ишлатилиши оптик алоқанинг жуда муҳим ютуғидир.

Алоқанинг махфийлиги. Толали оптик кабеллар радио диапазонида умуман нур узатмаслиги сабабли, ундан узатилаётган ахборотни узатиб-қабул қилишни бузмасдан рухсатсиз ташқи уланишларда эшитиш жуда қийин. Оптик алоқа линиясининг мониторинг тизими (узлуксиз назорат) толанинг юқори сезгирлик хусусиятини қўллаб, дарҳол рухсатсиз ташқаридан эшитилаётган алоқа каналини ўчириши ва хавф (тревога) сигналини узатиши мумкин.

Тарқалувчи оптик сигналларнинг интерференция эффектани қўлловчи тизимлар тебранишларга, босимнинг озгина оғишларига сезувчанлиги жуда юқори. ҳукумат, банк ва маълумотлар ҳимоясига юқори талаблар қўйиладиган бошқа махсус хизматларнинг алоқа линияларини ташкил этишда бундай тизимлар айниқса зарурдир.

Ёнғиндан ҳимояланган. Оптик толада учқун ҳосил бўлмаслиги кимёвий, нефтни қайта ишловчи корхоналарда, портлаш ва ёнғин хавфи мавжуд бўлган биноларда хавфсизликни оширади.

Иқтисодий самарадор. Оптик тола кварцдан ишлаб чиқарилади. Унинг асосини табиатда кенг тарқалган кремний икки оксиди - SiO_2 ташкил этади. Демак, толали оптик кабелларни ишлаб чиқариш учун ноёб рангли металл сарфланмайди. Мис ва қўрғошиннинг дунёвий захиралари чегараланган ҳозирги вақтда ноёб бўлмаган маҳсулотга ўтиш кабелли алоқа техникасининг келгуси ривожланиши учун муҳим омил ҳисобланади. Натижада оптик кабелларнинг нархи мис кабелларга нисбатан арзонлашади.

Толали оптик кабеллар сигналларни узоқ масофаларга ретрансляциясиз узатиш имконини беради. Узоқ масофали алоқа линияларида оптик кабелларнинг қўлланилиши ретрансляторлар сони қисқаришига олиб келади. Натижа сарф ҳаражатлар ҳар камаяди.

Фойдаланиш муддати узоқ. Тола вақт ўтган сари эскиради, яъни ётқизилган кабелларда сўниш аста-секин ошиб боради. Бироқ оптик тола ишлаб чиқаришнинг замонавий технологияларининг мукамаллашуви бу

жараёни секинлаштиради ва фойдаланиш муддатини узайтиради. Толали оптик кабеллардан фойдаланиш муддати узоқ йилларни ташкил этади.

Масофавий электр таъминотга эга эканлиги. Баъзи ҳолларда тармоқ тугунларининг масофавий электр таъминоти талаб этилади. Буни оптик тола орқали амалга ошириб бўлмайди. Бу ҳолда оптик тола билан биргаликда мис ўтказиш элементи билан жиҳозланган аралаш кабеллардан фойдаланиш мумкин. Бундай кабеллар кўпгина мамлакатларда кенг қўлланилади.

Ҳозирги кунда турли вазифали ва тузилишли оптик толали кабеллар ишлаб чиқарилмоқда. Кенг полосали узоқ алоқа тизимлари, жумладан магистрал алоқа учун толадан фақатгина асосий тўлқин тарқаладиган бир модали кабелларнинг янги турлари ишлаб чиқарилмоқда. Магистрал алоқа линияларида сигнал узатишда толанинг сўниш ва дисперсия параметрларига ҳам юқори талаблар қўйилади. Бундан ташқари, оптик нурланиш кутбланиши сақланишини таъминловчи толалар ҳам ишлаб чиқарилмоқда.

Магистрал алоқада қўлланиладиган бундай кабелларни ишлаб чиқиш мураккаб ва қиммат. Бундай кабеллар қўлланилганда лазер узатгичлардан фойдаланилади. Лазер узатгичларга ҳам нурланиш спектрининг тозалигига, нурланиш тасвирларининг барқарорлигига юқори талаблар қўйилади.

Тезлиги 100 Мбит/с гача бўлган ва алоқа масофаси чегараланган (тахминан 10 км гача) тизимларда нисбатан арзон ва охириги қурилмалар билан осон мослашадиган кўп модали кабеллардан фойдаланган маъқул. Бунда тўлқин манбаи сифатида кўп модаларни нурлантирувчи оддий турдаги ярим ўтказгич ёруғлик диодларини ишлатиш мумкин.

Янги турдаги оптик толаларнинг (силжиган дисперсияси нолга тенг бўлмаган), кенг полосали квант оптик кучайтиргичларнинг яратилиши тўлиқ оптик тизим ва оптик трактларни қуриш имкониятини яратмоқда. Бундай технологиялардан 100 ва 1000 Гбит/с ўтказиш оралиқли тизимларни яратишда фойдаланилади.

Толали оптик алоқа бир қанча афзалликларга эга бўлишига қарамай, камчиликлари ҳам мавжуд. Бу толали оптик алоқа қурилмаларининг

қимматлиги ва баъзи оптик технологияларнинг мукамал даражага етмаганлиги билан тушунтирилади. Бунга боғлиқ ҳолда қуйидаги камчиликларни айтиш мумкин:

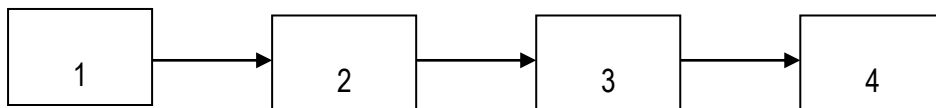
- элемент базасининг қимматлиги. Оптик узатгич ва қабул қилгичларнинг нархи қиммат. Айниқса лазер нурланиш манбаларининг нархи қиммат ва хизмат қилиш муддати чегараланган. Шунингдек пассив оптик қурилмаларни (мультиплексор, коммутатор, аттенюатор ва бошқалар) ишлаб чиқариш ҳам катта сарф-харажатларга олиб келади;
- толали оптик алоқа линияларини монтаж қилиш ва хизмат кўрсатишнинг мураккаблиги. Электр кабелли тизимларга нисбатан оптик кабелли тизимларни қуриш, ундан техник фойдаланиш, ўлчов ва монтаж ишлари мураккаб бўлиб, жуда юқори малакани талаб этади;
- толани махсус ҳимоялаш зарурияти. Микроёриқларда сигналларнинг йўқолмаслиги учун толани ортиқча юклаш ва букилишлардан ҳимоялаш керак. Махсус ҳимоялашни ташкил этиш, ишончилиكنи ошириш мақсадида оптик толани ишлаб чиқариш жараёнида тола эпоксиакрилад асосидаги махсус лак билан қопланади. Бундан ташқари, кабель махсус пўлат тросс ва шиша пластик стерженлар ҳисобига янада мустаҳкамланиши мумкин.

Буларнинг барчаси оптик кабел нархини оширади. Бу камчиликлар технологиясининг келгуси ривожланишида қисман ёки тўлиқ бартараф этилади.

1.2. Оптик алоқа тизимларининг тузилиш принциплари

Ахборотларни ёруғлик ёки оптик сигналлар кўринишида узатиш ва қайта ишлаш амалга оширилади. Оптик алоқа учун ёруғлик нурланиши ва тўлқин узунлиги турини танлаш узатилаётган ахборот характерига, шунингдек нурланиш ҳосил қилиш имконияларига, ундан сигнал шаклланишига, ёруғлик тўлқинини узатиш ва қайта ишлашга ва ниҳоят, ахборотга эга сигнални қабул қилишга боғлиқ.

Оптик алоқа тизимининг умумлашган тузилиш схемаси 1.1 – расмда келтирилган. Схема оптик алоқага хос стандарт блоклардан (элементлардан) ташкил топган.



1.1 – расм. Оптик алоқа тизимининг умумлашган тузилиш схемаси:

- 1 – ахборотлар манбаи;
- 2 – оптик узатгич ва модулятор;
- 3 – оптик канал;
- 4 – оптик қабул қилгич

Ахборотлар манбаидан узлуксиз ёки рақамли сигналлар берилади. Сўнг сигналлар ёруғлик оқими-ташувчи частотанинг электромагнит тебранишларини модуляциялайди.

Сўнг ёруғлик нури кўринишидаги оптик сигналлар узатувчи муҳит - оптик канал орқали тарқалади. Узатувчи муҳит юқорида айтиб ўтилгандек толали оптик алоқа линияси бўлиши мумкин. Узатилган ахборотлар оптик қабул қилгич демодуляторида демодуляцияланади. Демодуляторнинг асосий элементи оптик фотодетектор ҳисобланади. Сигналларни узок масофаларга узатишда, қачонки қабул қилгич киришида сигнал/шовқин нисбати талаб даражасидан паст бўлганда, линияда ретрансляторлар ўрнатилади.

Толали оптик алоқа тизимининг тузилиш схемасини (1.2 – расм) тўлиқ кўриб чиқамиз. Толали оптик алоқа тизимининг тузилиш схемаси таркибига қуйидагилар киради:

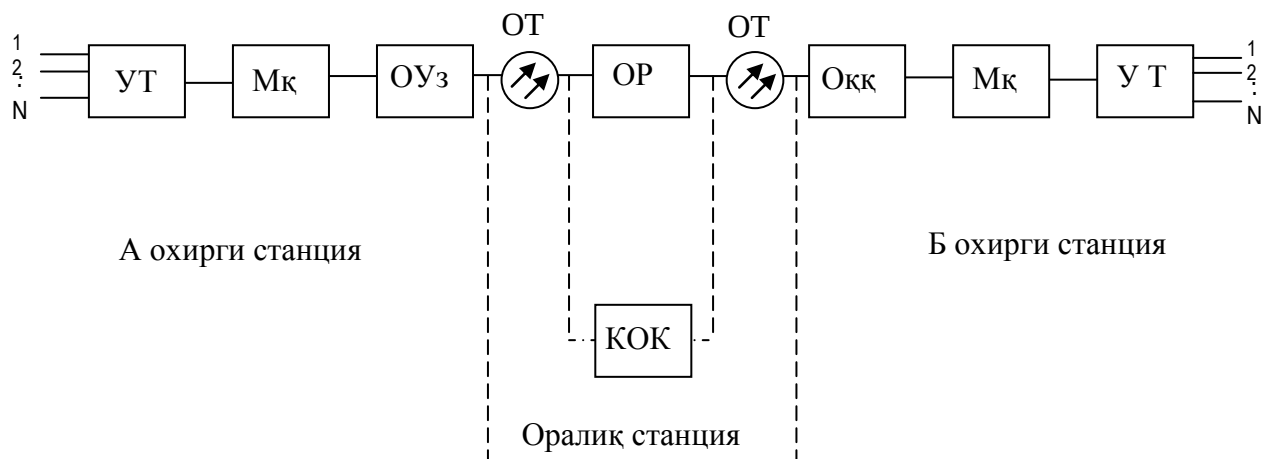
- УТ – узатиш тизими;
- Мқ – мослаштирувчи қурилма;
- ОУз – оптик узатгич;
- ОТ – оптик тола;

ОР – оптик регенератор;

КОК – квант оптик кучайтиргичи;

Оққ – оптик қабул қилгич.

Узатиш тизими, мослаштирувчи қурилма, оптик узатгич ва узатиш тизими, мослаштирувчи қурилма, оптик қабул қилгич мос равишда А ва Б охириги станцияларининг узатиш ва қабул қилиш трактларини ташкил этади. Оралиқ станцияларда оптик регенератор, квант оптик кучайтиргичи ўрнатилади. Толали оптик линия трактига оптик узатгич, оптик тола, оптик регенератор, квант оптик кучайтиргичи, оптик қабул қилгич киради.



1.2 – расм. Толали оптик алоқа тизимининг тузилиш схемаси

1.2 – расмда кўрсатилганидек, узатувчи станциядан N бирламчи электр сигналлар узатиш тизимига тушади. Узатиш тизими чиқишидан кўп каналли электр сигнали мослаштирувчи қурилмага берилади. Мослаштирувчи қурилмада бу сигнал толали оптик линия тракти бўйлаб узатиладиган кўринишга ўзгартирилади. Оптик узатгичда электр сигнали оптик ташувчини модуляциялаш йўли билан оптик сигналга айланади. Сўнг бу оптик сигнал оптик тола бўйлаб узатилади.

Оптик сигнал тола бўйлаб тарқалганда сўнади ва бузилади. Оптик сигналларни узоқ масофаларга узатиш мақсадида маълум оралиқларда сигналларнинг бузилиш даражасига қараб регенераторлар ёки квант оптик кучайтиргичлар ўрнатилади. Регенератор киришида оптик сигналлар электр

сигналига, чиқишида эса электр сигналдан оптик сигналга айлантирилади, яъни регенераторларда электр сигналлар кучайтирилади, соزلанади ва бошланғич шакли тикланади. Квант оптик кучайтиргичлари қўлланилганда эса сўнган оптик сигналлар электр сигналига айлантириб ўтилмасдан кучайтирилади.

Қабул қилувчи Б охириги станцияда тескари жараён амалга оширилади. Оптик алоқада оптик ташувчини информацион сигнал билан модуляциялаш учун частота модуляцияси (ЧМ), фаза модуляцияси (ФМ), амплитуда модуляцияси (АМ), кутбланган модуляция (ҚМ), жадаллик бўйича модуляциялаш ва модуляциянинг бошқа турларини қўллаш мумкин. Оптик нурланишнинг жадаллик бўйича модуляциялаш тури кўпроқ қўлланилади. Бунга сабаб, бу модуляция тури кенг частота диапазонида оптик узатгичларда қўлланиладиган оддий техник қурилмалар ярим ўтказгич нурланиш манбалари (ёруғлик диоди, лазер диодлар) учун бажарилади. Ярим ўтказгич манбанинг нурланиш жадаллигини бошқариш учун модуляциялайдиган сигнал билан мос ҳолда инекция токини ўзгартириш етарлидир. Бу ток кучайтиргич кўринишидаги электрон схема ёрдамида осон амалга оширилади. Оптик нурланишнинг жадаллик бўйича модуляцияси тескари жараён-оптик сигнални электр сигналига айланиш масаласини енгиллаштиради. Дарҳақиқат, фотоқабул қилгич таркибига кирувчи фотодетектор квадратик асбоб ҳисобланиб, унинг чиқишидаги ток оптик майдон амплитудасининг квадратига пропорционал.

Жадаллик бўйича модуляцияланган оптик сигнални бевосита фотодетекторга бериб, осонгина унинг бошланғич сигнал кўринишини сақлаган электр сигналига айлантириш мумкин. Оптик сигналларни қабул қилишнинг бу усули тўғридан-тўғри фотодетекторлаш усули дейилади.

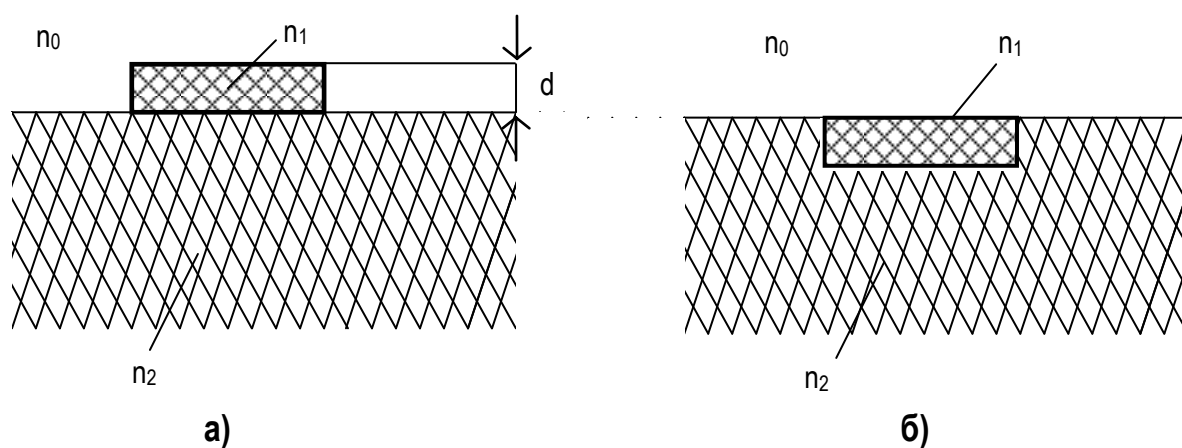
Ҳозирги кунда оптик алоқанинг охириги қурилмалари сифатида рақамли узатиш тизимларидан фойдаланилмоқда. Чунки рақамли узатиш тизимлари аналог узатиш тизимларига қараганда қуйидаги афзалликларга эга: шовқин бардошлилиги юқори, сигнални узатиш сифати линия тракти узунлигига кам

боғлиқ, техник иқтисодий кўрсаткичлари юқори ва бошқалар. Каналлари частота бўйича бўлинган аналог узатиш тизимларининг бир қанча камчиликлари туфайли уларнинг оптик алоқада қўлланилиши чегараланган.

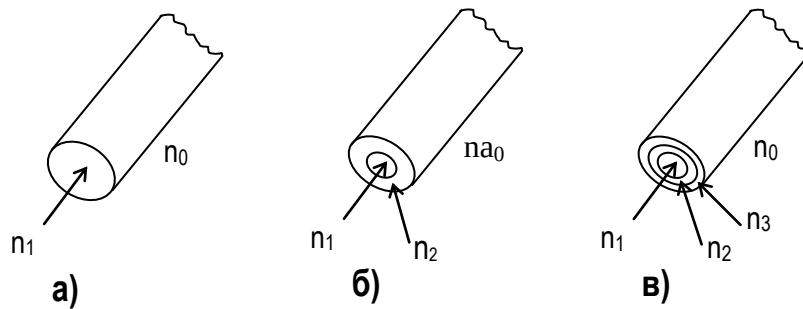
1.3. Оптик нур ўтказувчилар ва уларнинг турлари

Толали оптик алоқада оптик тебранишларнинг тарқалишини чегараловчи ва ёруғлик энергияси оқимини берилган йўналишда йўналтирувчи муҳит оптик узатувчи канал ёки оптик нур ўтказувчилар дейилади. Кичик сўниш коэффициентига эга бўлган оптик нур ўтказувчилар асосида оптик сигналларни узоқ масофаларга узатишни таъминловчи оптик кабеллар яратилмоқда.

Оптик нур ўтказувчилар икки турга бўлинади: ясси оптик нур ўтказувчилар ва нур ўтказувчи оптик толалар. Ясси оптик нур ўтказувчилар, ўз навбатида плёнкали (1.3,а-расм) ва каналлига (1.3,б-расм) бўлинади. Нур ўтказувчи оптик толалар эса бир қатламли (1.4,а-расм), икки қатламли (1.4,б-расм), уч қатламли (1.4,в-расм) ва ҳ.к. бўлиши мумкин.



1.3-расм. Ясси оптик нур ўтказувчилар



2.2-расм. Нур ўтказувчи оптик толалар

Оптик нур ўтказувчиларнинг синдириш кўрсаткичи:

$$n = \sqrt{\epsilon \mu}, \quad (1.1)$$

бу ерда $\epsilon \cdot \mu$ -мос равишда нисбий диэлектрик ва магнит ўтказувчанлик.

$n > n_0$ бўлганда (n_0 -атроф муҳитнинг синдириш кўрсаткичи) нур чегарадан тўлиқ ички қайтади.

Ясси оптик нур ўтказувчиларда (2.1-расм) тўлиқ ички қайтиш бўлиши учун

$$n_1 > n_2 \geq n_0,$$

шарт бажарилиши керак.

Бу ерда n_1 -плёнканинг синдириш кўрсаткичи;

n_2 -тагликнинг синдириш кўрсаткичи;

n_0 -ташқи муҳитнинг синдириш кўрсаткичи.

Плёнка қалинлигини танлаб, узатиладиган тўлқинлар сонини чегаралаш мумкин. Битта асосий тўлқинни узатиш учун плёнка қалинлиги 0,1 мкм бўлиши керак. Бундай плёнкани тайёрлаш мураккабдир. Синдириш кўрсаткичларининг нисбий фарқини камайтириб, плёнканинг қалинлигини, яъни диаметрини оширишимиз мумкин. Кўпгина оптик қурилмалар: актив(генератор, модулятор, демодулятор ва б.қ.) қурилмаларни қуришда

оптик нур ўтказувчиларнинг қирқимларидан фойдаланилади. Кўпгина оптик қурилмалар ясси оптик нур ўтказувчилар асосида тайёрланади.

Нур ўтказувчи оптик толалар ўзак ва қобикдан иборат бўлади. Улар қиймат бўйича бир-бирига яқин турли синдириш кўрсаткичларига эга. Ўзак узатувчи муҳит, қобик эса ўзи ва ўзак орасида чегара ҳосил қилувчи сифатида ишлатилади. Бу чегара ёруғликни йўналтирувчи физик-канални шакллантириб, у орқали узатилган сигналнинг ташувчиси ёруғлик нури тарқалади.

Ёруғлик нурининг фақатгина ўзак бўйлаб тарқалишини таъминлаш учун (2.2-расм)

$$n_1 > n_2 > n_3 > n_0,$$

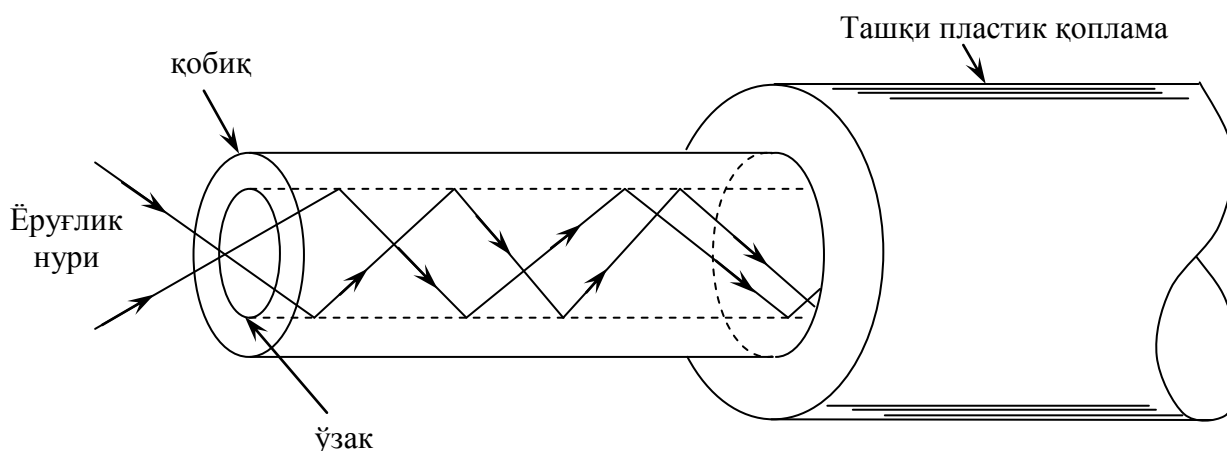
шарт бажарилиши керак. Мос равишда бу ерда

n_1 -ўзакнинг синдириш кўрсаткичи,

n_2 , n_3 -қобикларнинг синдириш кўрсаткичлари,

n_0 -ташқи муҳитнинг синдириш кўрсаткичи .

ОТнинг таркибий қисмлари 1.5-расмда тасвирланган. Ўзак ва қобик учун асосий материал кварц шишаси (SiO_2) ҳисобланади. Керакли синдириш кўрсаткичларини олиш учун кварц шишасига бор, германий ва шунга ўхшаш бошқа қўшимчалар қўшилади . Толанинг қўшимча қобиклари ҳимоя қобиғи ҳисобланади. 1.5-расмда ташқи пластик қоплама кўрсатилган.



1.5-расм. Оптик толанинг тузилиши

1.4. Оптик тола бўйлаб ёруғлик нурининг тарқалиши

Оптик толада ёруғлик нурини узатиш геометрик оптика қонунларига асосланган. Бу қонунларга мувофиқ ёруғлик нури ўзак бўйлаб зигзаксимон линиялар ҳосил қилиб тарқалади. Ўзакнинг синдириш кўрсаткичи n_1 қобикнинг синдириш кўрсаткичи n_2 дан катта бўлиши сабабли оптик нур фақат ўзак бўйлаб тарқалади. Бу нур синдириш кўрсаткичи катта муҳитдан синдириш кўрсаткичи кичик муҳитга ўтганда икки муҳит чегарасида синган нурни узатилган нормал нурдан оғиши билан тушунтирилади. Масалан: буни нур сувдан ҳавога ўтганда ҳам кузатиш мумкин. Икки муҳит чегарасига тушиш бурчаги Θ_1 ошган сари синган нурнинг нормал нурдан оғиши ҳам ошиб боради. Нормал нурга нисбатан синган нур бурчаги Θ_2 90° га етгач, синган нур чегара юзаси бўйлаб тарқала бошлайди. 2.4-расмда турли тушиш бурчакларида нурни тарқалиши кўрсатилган. 2.4(а)-расмда тушиш бурчаги Θ_1 кичик бўлганда синган нур тўлиқ қобикқа ўтиб кетади. 2.4(б)-расмдагидек сигнал критик бурчак остида тушганда синган нур чегара бўйлаб тарқалади. 2.4(в)-расмда тушиш бурчаги критик тушиш бурчагидан ошганда тўлиқ ички қайтиш юзага келиши тасвирланган. «Ўзак-қобик» чегарасида сигнал энергияси тўлиқ қайтадиган бу бурчак тўлиқ ички қайтиш бурчаги $\Theta_{\text{т.и.к.}}$ дейилади.

Тўлиқ ички қайтиш бурчаги қуйидагича аниқланади:

$$\Theta_{\text{т.и.к.}} = \arcsin(n_2/n_1) \quad (1.2)$$

бу ерда n_1 -ўзакнинг синдириш кўрсаткичи;

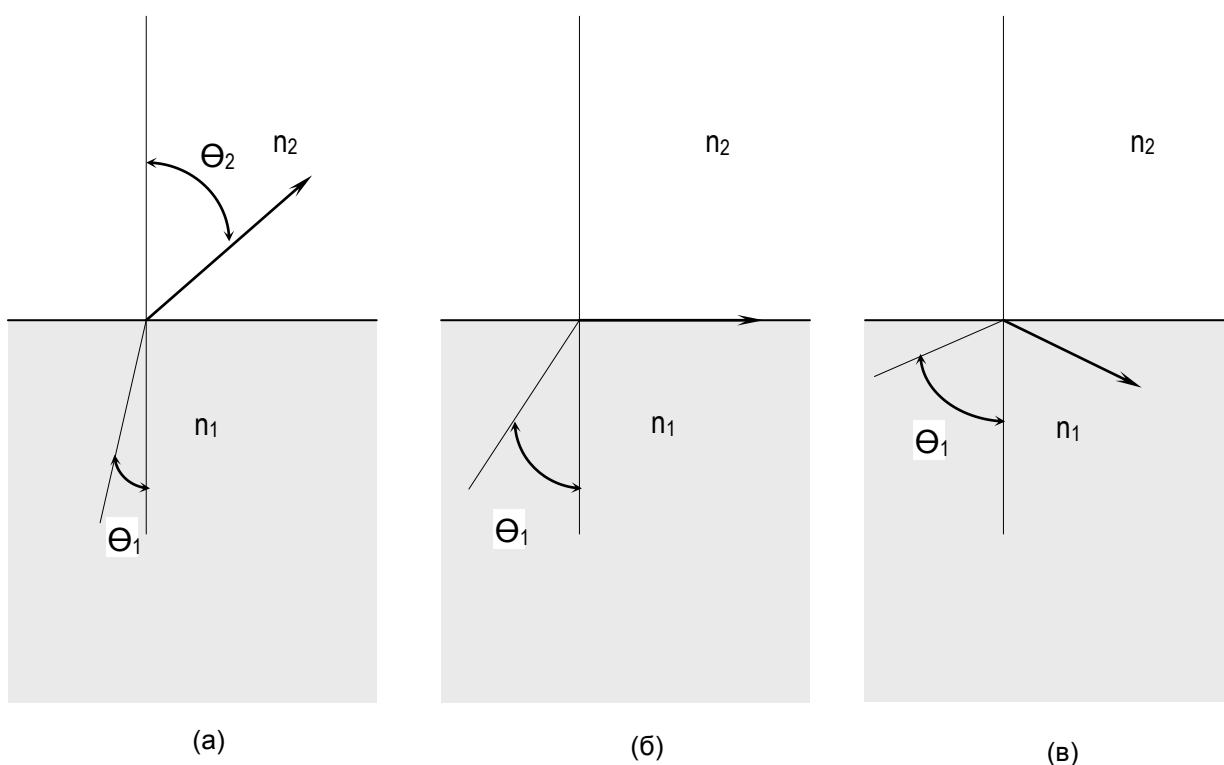
n_2 -қобикнинг синдириш кўрсаткичи.

Ўзак ва қобик тайёрланадиган материалларнинг синдириш кўрсаткичлари нисбатини оптимал танлаш орқали ёруғлик нурининг ўзак ичида тўлиқ ички қайтиши рўй беради ва нурнинг фақатгина оптик тола ўзаги бўйлаб тарқалиши таъминланади.

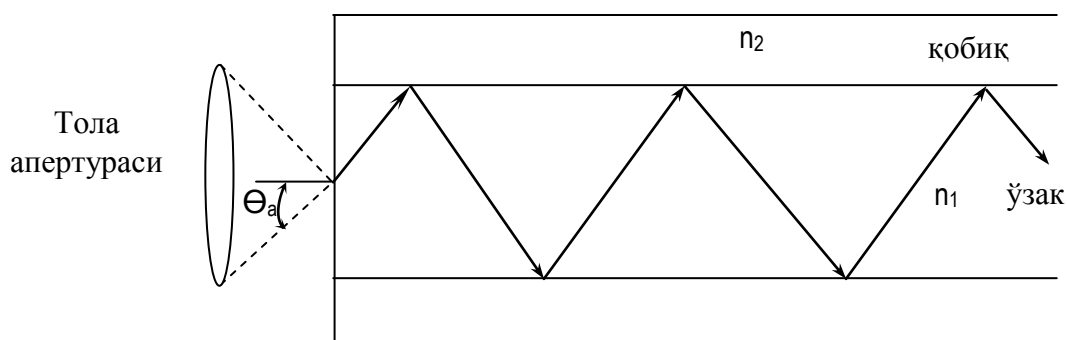
Узатиш учун нур маълум бир бурчак остида оптик толага киритилади. Ёруғлик нурининг тола ўзагига максимал тушиш бурчаги бурчак апертураси Θ_a дейилади. Бурчак апертурасининг синуси сонли апертура дейилади ва NA харфлари билан белгиланади (N-number-сон, A-aperture-тешик). Сонли апертура қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$NA = \sin \Theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (1.3)$$

Келтирилган формуладан кўриниб турибдики, оптик толанинг сонли апертураси NA фақатгина ўзак ва қобикнинг n_1 ва n_2 синдириш кўрсаткичларига боғлиқ. Бунда ҳар доим $n_1 > n_2$ шарт бажарилади (1.7-расм).



1.6-расм. Бир неча тушиш бурчаклари учун нурнинг тарқалиш йўли, $n_1 > n_2$, бу ерда n_1 ва n_2 икки турли муҳитларнинг синдириш кўрсаткичлари



1.7-расм. Оптик толада ёруғлик нурининг тарқалиши. Оптик толанинг сонли апертураси

Оптик толада нурнинг тарқалиш тезлиги ўзакнинг синдириш кўрсаткичларига боғлиқ бўлиб, қуйидаги формуладан аниқланади:

$$C_m = \frac{c}{n_1}, \quad (1.4)$$

бу ерда C -вакуумда нурнинг тарқалиш тезлиги;

n_1 -ўзакнинг синдириш кўрсаткичи.

Ўзак материалининг синдириш кўрсаткичи 1,45-1,55 оралиқда ётади. Маълумки, тўлқин узунлиги учун характерли бўлган оптик толанинг яна бир хусусияти бу нормаллаштирилган частота ν бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$\nu = n_1^2 - n_2^2 \cdot \sqrt{\frac{2\pi\alpha}{\lambda}} \quad (1.5)$$

Бу ерда α -ўзак радиуси, n_2 -қобиксиз оптик тола учун 1 га тенг.

Нурнинг толада тарқалиш жараёнини таърифлаш учун бир неча асосий параметрлар қўлланилади. Бу муҳим параметрларга сўниш ва дисперсия киради.

Сўниш ва дисперсия оралиқ пунктларсиз оптик алоқа линияси узунлигини ёки оралиқ пунктлар орасидаги масофани қисқартириши мумкин.

Дисперсия асосан икки омил туфайли юзага келади. Улардан бири материал дисперсияси, бошқаси-мода дисперсияси.

Оптик тола орқали таркала оладиган, рухсат этилган ёруғлик тўлқинлари модалар (ёки шахсий тўлқинлар) дейилади.

Материал дисперсияси материал синдириш кўрсаткичининг частотага боғлиқ ҳолда ўзгариши билан ҳосил бўлади. Мода дисперсияси тола орқали бир неча модаларни узатишдан ҳосил бўлади. Тола орқали турли модалар турли фаза ва гуруҳли тезликда узатилади, қабул қилувчи пунктларга ҳам турли вақтларда етиб келади. Натижада толада турли модаларнинг ҳар хил кечикиш билан тарқалишидан бузилишлар (дисперсия) юзага келади.

Модалар сонини нур ўтказувчи оптик толанинг тузилиши ва ўлчамини ўзгартирган ҳолда камайтириш мумкин. 1.5-формуладан келиб чиқадиган бўлсак, n_2/n_1 нисбатни амалий мумкин бўлган ҳолда сақлаб, ўзак радиусини камайтириш йўли орқали модалар сонини чегаралаш мумкин.

Частота (ν)га боғлиқ ҳолда модалар сони:

$$N = \frac{\nu^2}{2}. \quad (1.6)$$

Агар $\nu=2,405$ бўлса, у ҳолда битта мода узатилади. Агар $\nu>2,405$ бўлса, унда биттадан ортиқ мода узатилиши мумкин. Узатиладиган модалар сонига қараб оптик тола бир модали ва кўп модалига бўлинади.

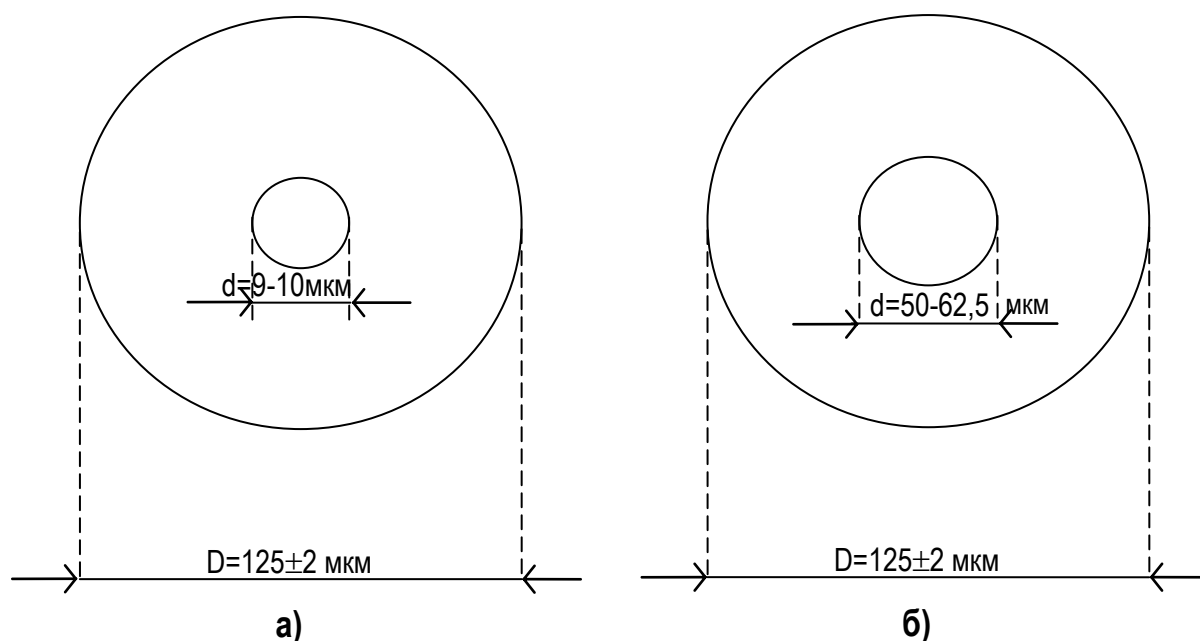
1.5. Оптик тола турлари ва уларнинг тавсифлари

Тўлқин узунлигига нисбатан ўзак диаметрига боғлиқ равишда оптик толалар бир модали ва кўп модалига бўлинади. Бир модали толаларда кўпинча ўзак диаметри 9-10 мкм (1.8,а-расм), кўп модали толаларда эса 50-62,5 мкм (1.8,б-расм) бўлади. Иккала турда қобик диаметри 125 мкм ни ташкил этади.

Амалиёт кўп модалида ва бир модали тола диаметрларининг бошқа қийматлари ҳам мавжуд. Бир модали толадан фақат бир мода (ёруғлик ташувчи) узатилади. Кўп модали толадан эса сонли апертура доирасида толага турли бурчаклар остида киритиладиган бир неча юзлаб рухсат этилган модаларни бир вақтда узатиш мумкин. Барча рухсат этилган модалар турли тарқалиш йўли ва вақтига эга.

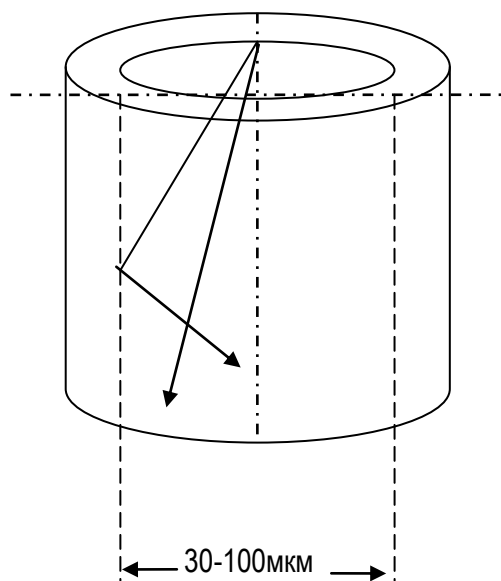
Кўп модали толалар синдириш кўрсаткичи n бўйича поғонали (1.9,а-расм) ва градиент (1.9,б-расм) толаларга бўлинади.

Поғонали синдириш кўрсаткичли кўп модали толалар икки муҳит чегарасида синдириш кўрсаткичларининг кескин (поғона кўринишида) ўзгариши (n_1 дан n_2 га) билан характерланади. Поғонали синдириш кўрсаткичли толалар ўтказиш полосасини чегаралайди, лекин градиент синдириш кўрсаткичли толаларга нисбатан арзон ҳисобланади.

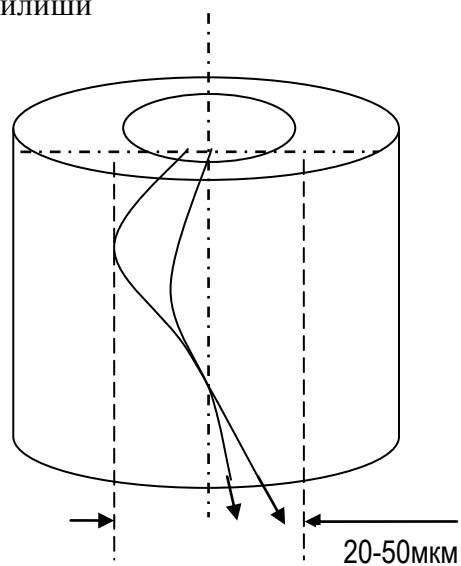


1.8-расм.Бир модали (а) ва кўп модали (б) толаларнинг кўндаланг кесими

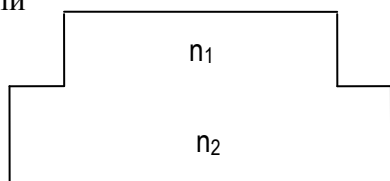
Тузилиши



Тузилиши

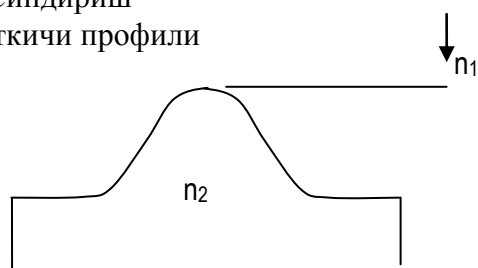


Синдириш кўрсаткичи
профили



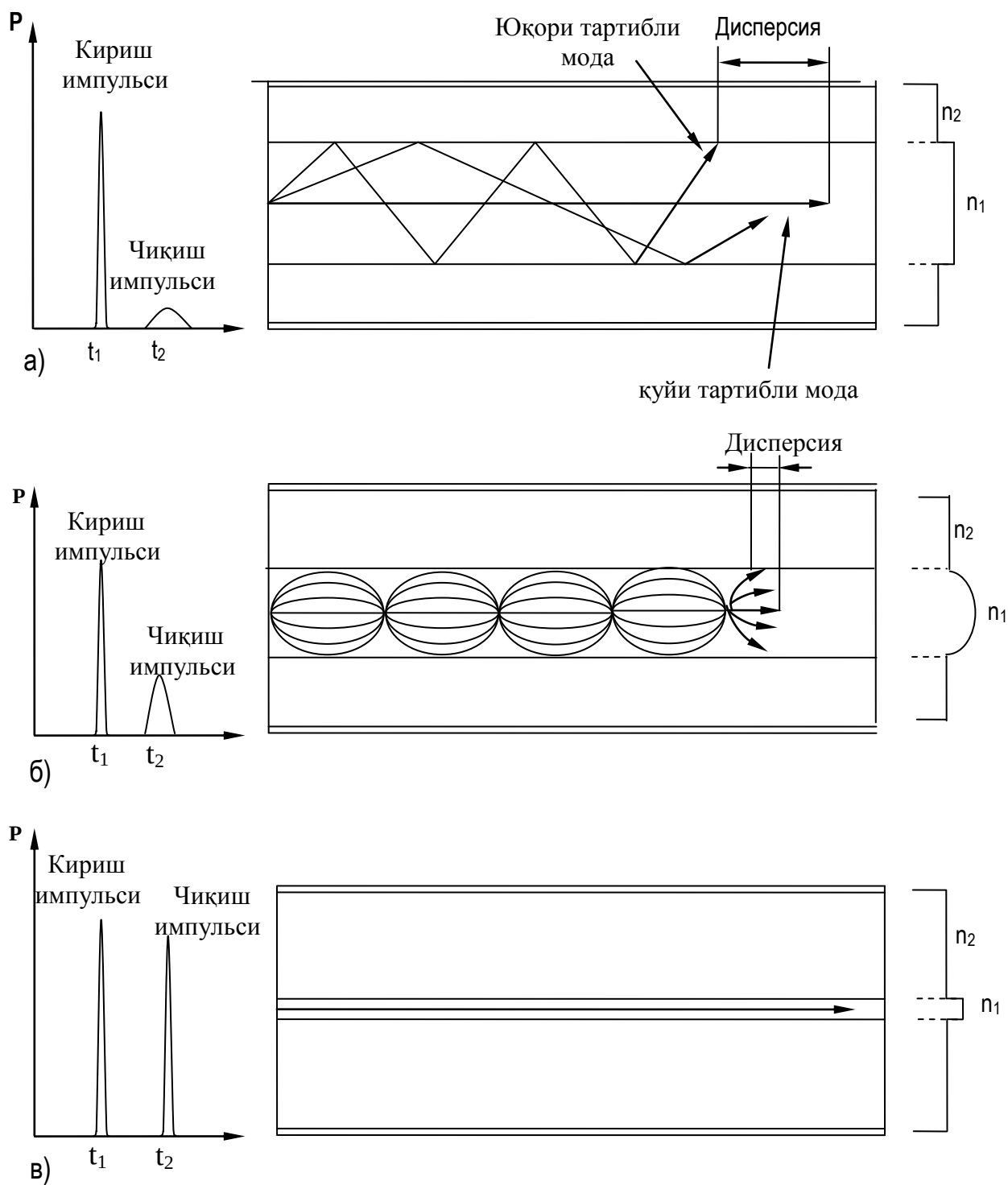
а)

Синдириш
кўрсаткичи профили



б)

1.9-расм. Поғонали (а) ва радиент (б) кўп модали толаларнинг тузилиши ва синдириш кўрсаткичи профиллари



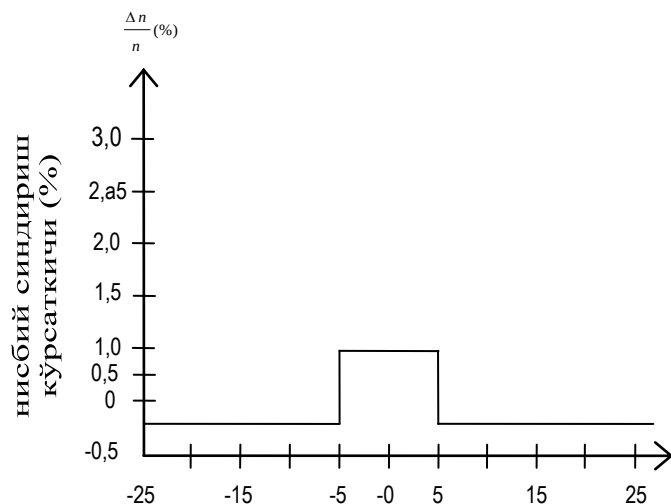
1.10-расм. Турли толалардан ёруғлик нурининг тарқалиши ва уларнинг синдириш кўрсаткичлари профиллари
 а) кўп модали, поғонали синдириш кўрсаткичли тола;
 б) кўп модали, градиент синдириш кўрсаткичли тола;
 в) бир модали, поғонали синдириш кўрсаткичли тола

Градиент синдириш кўрсаткичли кўп модали толалар поғонали синдириш кўрсаткичли толаларга қараганда равон синдириш кўрсаткичига ва модалараро дисперсиянинг камайиши бўйича юқори техник кўрсаткичларга эга. Чунки градиент синдириш кўрсаткичли толада модаларнинг тарқалиш тезлиги (дисперсияси) бир-биридан жуда ҳам каттага фарқ қилмайди. Дисперсия импульсларнинг кенгайиб кетишига, узатилаётган сигналларнинг бузилишига олиб келади. Шунинг учун ҳозирда градиент синдириш кўрсаткичли кўп модали толалар кенг тарқалган. Градиент синдириш кўрсаткичли кўп модали толаларнинг энг асосий камчилиги уларнинг қимматлиги ва ишлаб чиқариш мураккаблигидир. Кўп модали толаларда модалар дисперсияси ўтказиш полосаси ва алоқа масофасини чегаралайди. Шунинг учун кўп модали толалар асосан локал тармоқларда ва плезиохрон рақамли иерархия сигналларини узатишда ишлатилади.

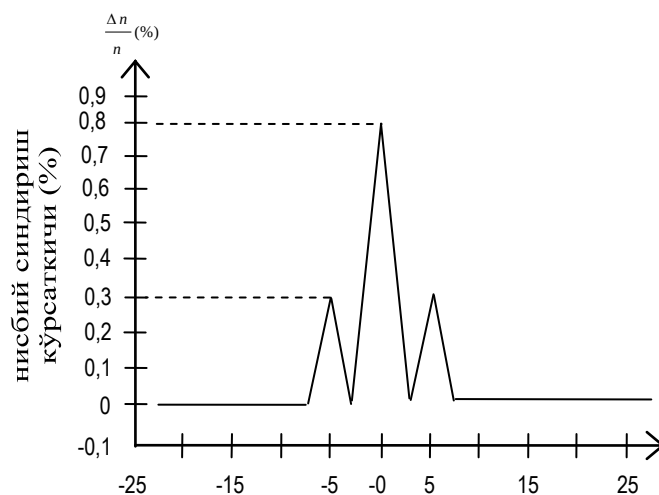
Бир модали толалардан магистрал алоқа тармоқларида фойдаланилади. Чунки бир модали толаларда сигналлар кўп модали режимга қараганда кам бузилиш билан узатилади. Турли толалар бўйлаб оптик сигналларнинг тарқалиши 1.10-расмда тасвирланган.

Бир модали толаларда модалараро дисперсиянинг юзага келмаслиги сабабли улар юқори ўтказиш қобилиятига эга. Бироқ узатувчи қисмда бирмунча қиммат бўлган лазер диодлардан фойдаланиш талаб этилади.

Синдириш кўрсаткичларига қараб бир модали толалар поғонали (тўғрибурчакли) ва махсус турдаги уч тишли, W кўринишдаги толаларга бўлинади (1.11-расм).



а) Радиус (мкм)



б) Радиус (мкм)

1.11-расм. Бир модали оптик толанинг синдириш кўрсаткичлари

а) поғонали синдириш кўрсаткичли бир модали стандарт SF тола,

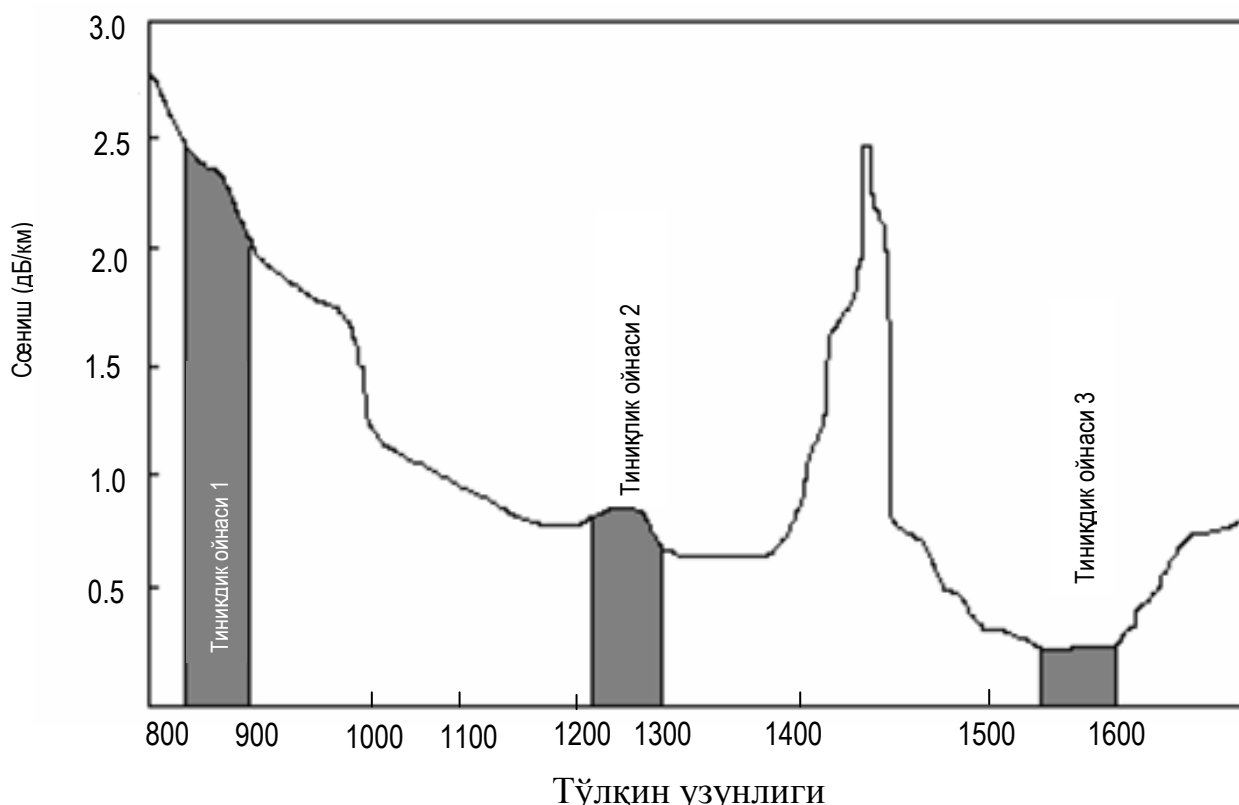
б) махсус уч тишли, W кўринишга эга синдириш кўрсаткичли, дисперсияси
нолга силжиган бир модали тола

Синдириш кўрсаткичлари сўнишга боғлиқ эмас, аммо хроматик дисперсия кўрсаткичларига таъсир қилади. Бир модали толалар дисперсия қийматлари бўйича ушбу турларга бўлинади:

1. Стандарт тола SF (standart fiber).
2. Нолинчи дисперсияси силжиган бир модали тола DSF (dispersionshifted single mode fider).
3. Нолга тенг бўлмаган силжиган дисперсияли бир модали тола NZDSF (nonzero dispersion-shifted single mode fider).

Стандарт SF толалари поғонали синдириш кўрсаткичига эга. Статистик маълумотларга кўра, энг кўп ётказилган кабеллар бир модали стандарт SF (Standart Fiber) толалардан иборат. ҳозирда SF толаларининг сўниш қийматлари 0,18-0,19 дБ/км гача камайтирилган. Лекин бу толаларда 1550 нм тўлқин узунлигида дисперсия қиймати катта 17-20 пс/нм*км ни ташкил этади. 1300 нм тўлқин узунлигида эса дисперсия қиймати минимал, лекин сўниш қийматлари катта 0,35-0,5 дБ/км ни ташкил этади (1.12-расм). Дисперсия қиймати кичик бўлгани учун 1300 нм тўлқин узунлиги дисперсияси нолга тенг λ_0 тўлқин узунлиги деб аталади. Сўниш қийматлари кичик, яъни 0,2-0,25

дБ/км ни ташкил этадиган 1500 нм да (2.10-расм). Дисперсия қийматларини ҳам камайтириш мақсадида λ_0 тўлқин узунлигини 1550 нм га силжитиш орқали нолинчи дисперсияси силжиган DSF толалари ишлаб чиқилган). DSF толаларида $\lambda_0 = 1550$ нм тўлқин узунлиги нолинчи дисперсия нуқтаси деб олинган.



1.12-расм. Тўлқин узунлигига боғлиқ равишда оптик тола сўнишининг ўзгариши

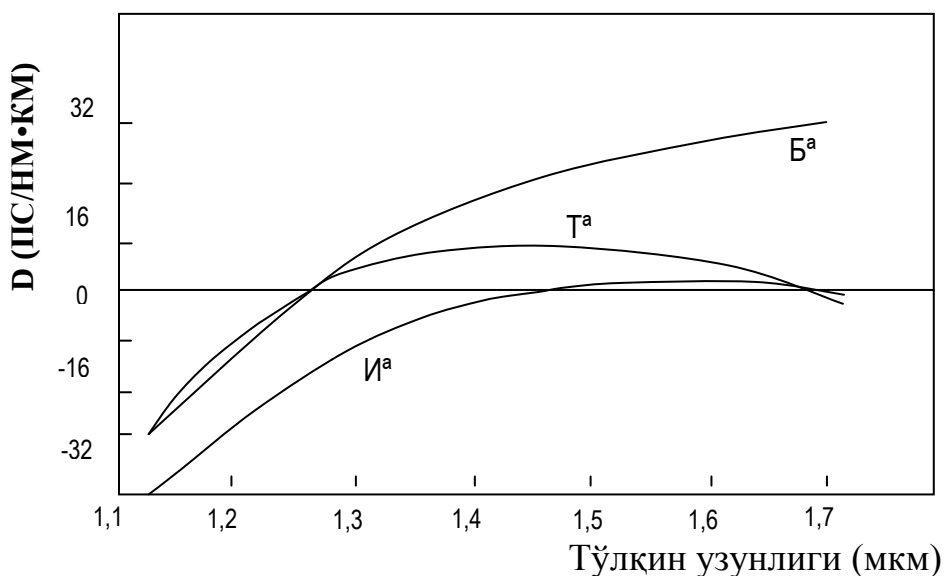
DSF ва NZDSF толалари махсус турдаги W кўринишдаги синдириш кўрсаткичларига эга. Аммо 1550 нм тўлқин узунлигида DSF толаларида спектр (тўлқин) бўйича зичлаштириш усулини амалга ошириб бўлмайди. Чунки агарда 1550 нм тўлқин узунлигида спектр бўйича зичлаштириш усулини қўлласак, бу тўлқин узунлиги атрофида паразит оптик каналлар, яъни нозизиқли эффектлар ҳосил бўлади. Буни бартараф этиш ва спектр бўйича зичлаштириш усулини қўллаш учун нолинчи λ_0 тўлқин узунлигини 1520 нм дан 1560 нм гача суриб, нолга тенг бўлмаган дисперсияси силжиган NZDSF толалари ҳосил қилинган. Нолинчи дисперсияли тўлқин узунлигини суриш

махсус турдаги W кўринишдаги синдириш кўрсаткичларини, синдириш кўрсаткичлари турлича бўлган кўп қатламли қобикқа эга оптик толаларни қўллаш орқали ҳосил қилинади. Икки қатламли қобикларни қўллаб DSF толалари, тўрт қатламли қобикларни қўллаб, 1300 нм дан 1650 нм тўлқин узунлигида дисперсия қиймати $|D|=1-6$ пс/нм·км бўлган NZDSF толалари ҳосил қилинади. Дисперсиянинг тўлқин узунлигига ва қобиклар сонига боғлиқлиги 2.11-расмда тасвирланган.

Ҳозирги кунда “Corning”, “Lucent Technologies”, “Alkatel”, фирмаларининг стандарт бир модали толалари кенг тарқалган.

NZDSF толаларида эса $\lambda=1550$ нм да дисперсия нолдан фарқли, ишораси бир хил ва 2-4 пс/нм·км дан кичик бўлмаслиги керак .

ҳозирги кунда “Corning” фирмаси SMF-LS, LEAF, “Lucent Technologies” True Wave деб белгиланган NZDSF толаларини ишлаб чиқармоқда. Дисперсия қиймати кичик бўлганлиги учун бу толалар спектр (тўлқин) бўйича зичлаштирилган узатиш тизимларида қўлланилади.



1.13-расм. Дисперсиянинг тўлқин узунлигига ва қобиклар сонига боғлиқлиги:

Бқ- бир қобик; Иқ-икки қобик; Тқ-тўрт қобик

Бир ташувчили DSF - силжиган дисперсияси нолга тенг бўлган толалардан SDH (асосан STM-16 ва ундан юқори) тизимларда фойдаланилади.

“Фужикура” фирмасининг DSM 8/125, “Корнинг” фирмасининг SMF-DS турдаги толалари ишлаб чиқарилган.

Бир модали стандарт SF толалари қўлланилганда, дисперсия қийматини камайтириш керак. Дисперсияни камайтириш, регенерациялаш секцияси узунлигини ошириш, 2,5 Гбит/с тезликдан юқори 10 Гбит/с тезликка ўтиш, шунингдек спектр бўйича зичлаштириш усулларида фойдаланилганда дисперсияни компенсация қилувчи- DCF (Dispersion Compensating Fiber) толаларни ёки дисперсияни компенсация қилувчи модуллари DCM (Dispersion Compensating Module) қўллаш керак.

Хулоса

Ушбу бўлимда оптик алоқа, унинг афзалликлари ва қўлланиш соҳалари ҳақидаги маълумот билан биргаликда оптик алоқа тизимларининг тузилиш принциплари ҳақида, ҳамда оптик нур ўтказувчилар ва уларнинг турлари ҳақида бир қанча маълумотлар билан биргаликда оптик тола бўйлаб ёруғлик нурининг тарқалиши жараёни ҳақидаги маълумотлар ҳам келтирилган. Бундан ташқари оптик тола турлари ва уларнинг тавсифлари, ҳамда бир модали ва кўп модали оптик толали алоқа кабелларида узатилувчи тўлқин узунликлари тўлиқ ва батафсил маълумотлар келтирилиб, уларга мос келувчи қатор чизмалар келтирилган.

2. ОПТИК ТОЛАНИ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИ

2.1. Сўниш

Оптик сигнал тола орқали узатилганда, ёруғлик тўлқинларини тола муҳити билан чизикли ва ночизикли ўзаро таъсири натижасида сигнал қувватини йўқолишидан оптик сигнал сўнади. Сўниш толали оптик алоқа узатиш тизимларининг регенерациялаш участкаси узунлигини аниқловчи оптик толанинг энг муҳим параметри ҳисобланади. Сўниш бу толада ёруғлик оқимларининг кучсизланишидир. Тола узунлиги бўйича сўнишнинг ўзгариш қонуни қуйидаги умумий кўринишга эга:

$$P=P_0 \exp(-\alpha*L), \quad (2.1)$$

бу ерда P_0 – толага киритиладиган қувват;

L – тола узунлиги;

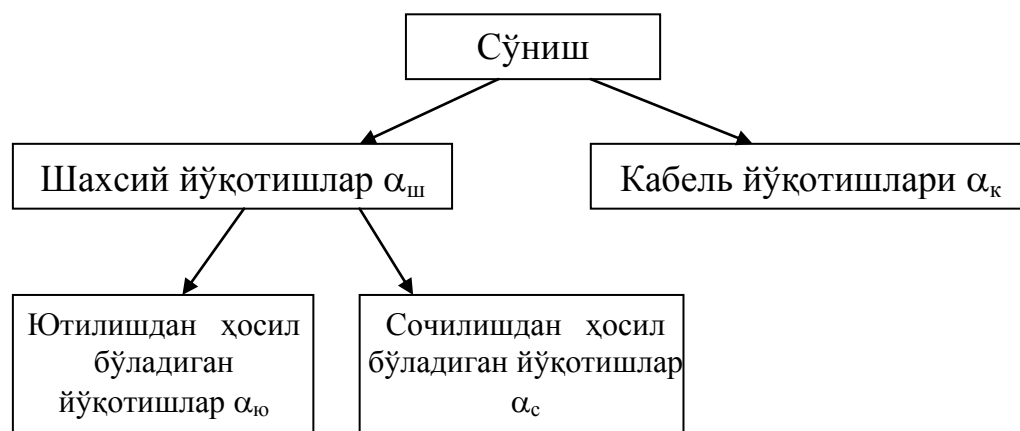
α - сўниш коэффиценти ёки толадаги йўқотишлар.

Бу формулани қўллаб солиштирма йўқотишларни баҳолашимиз мумкин:

$$\alpha_{\text{солиштирма}} = - (10/L)*\lg(P/P_0) = 4,343 \alpha . \quad (2.2)$$

Умумий ҳолда сўниш сигналларнинг сочилиши ва ютилишидан ҳосил бўлувчи йўқотишлар ва кабел йўқотишларидан юзага келади.

Ютилиш ва сочилишдан ҳосил бўладиган йўқотишлар шахсий йўқотишлар , кабель йўқотишлари эса қўшимча йўқотишлар дейилади.



2.1-расм. Толадаги йўқотишларнинг асосий турлари

Тола йўқотишларини уларнинг тўлиқ йиғиндиси кўринишида ёзишимиз мумкин:

$$\alpha = \alpha_{\text{ш}} + \alpha_{\text{к}} = \alpha_{\text{ю}} + \alpha_{\text{с}} + \alpha_{\text{к}}, \text{ дБ/км.} \quad (2.3)$$

2.1.1. Толанинг шахсий йўқотишлари

Шахсий йўқотишларга ютилиш ва сочилишдан ҳосил бўладиган йўқотишлар киради. Ютилишдан ҳосил бўладиган йўқотишлар ички ва ташқи бўлади. Ички ютилиш йўқотишларини тоза кремний материали ҳосил қилиши мумкин. Хар бир материал молекуляр тузилишига кўра маълум тўлқин узунликларида сигналларни ютиши мумкин. Масалан, SiO_2 нинг ультра бинафша диапазонда $\lambda < 0,4$ мкм тўлқин узунлигида электрон резонанслари мавжуд. Шунингдек, инфрақизил диапазонда $\lambda > 7$ мкм тўлқин узунлигида тебранувчи резонанслари мавжуд. Демак бу резонанслар кўринадиган частота диапазонида ютиш полосаси кўринишида бўлади. Иккинчи ва учинчи ойналарда ютилишнинг бу тури 0,03 дБ/км дан кўп бўлмаган йўқотишларга олиб келади.

Ташқи ютилиш йўқотишлари ёруғликнинг тола қўшимчаларида ютилишидан ҳосил бўлади. Замонавий ишлаб чиқариш технологиялари бу йўқотишлар таъсирини жуда кичик даражага камайтирган. Бу йўқотишлар темир, мис, никель, магний, хром қўшимчаларини толага қўшиш натижасида ҳосил бўлади. Замонавий ишлаб чиқариш жараёнида бу металлarning таркиби бир миллиард қисмгача камайтирилган. Шунинг учун улар умумий ташқи ютиш йўқотишларининг жуда кичик қисмини ташкил этади. Булардан фарқли равишда гидроксил ион (OH) лар қолдиғининг мавжудлиги, яъни ишлаб чиқариш жараёнида толада сув қолдиқларининг қолиши ташқи ютиш йўқотишларини сезиларли даражада оширади. Оптик тола таркибида OH ионлари бирнинг юз миллиондан кам қисмини ташкил этиши керак.

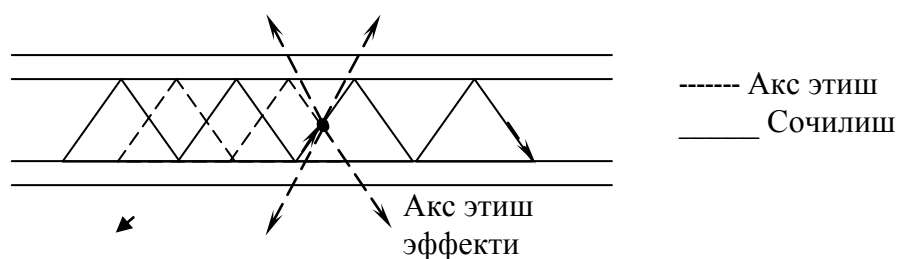
Замонавий оптик толаларда микроқўшимчалар миқдори жуда кичиклиги учун ташқи ютилиш шовқинлари минимал бўлиб, уларни ҳисобга олмаса ҳам

бўлади. Лекин ОН концентрацияси бирдан миллион қисмни ташкил этганда, 1390 нм тўлқин узунлигида йўқотишлар 50 дБ бўлиши мумкин.

Нурнинг сочилишидан ҳосил бўладиган йўқотишлар ички йўқотишлар ҳисобланиб, оптик тола ўзагининг дефектлари: ҳаво пуфакчалари, ёриқлар, толанинг бир турда эмаслиги, яъни қўшимчалар қўшилишидан шиша зичлигининг тасодифий ўзгариши туфайли юзага келади. Бу омиллар ёруғлик оқими йўналишини ўзгартириб, оғишига олиб келади, натижада синиш бурчаги ошиб, ёруғлик нури қобикдан ташқарига сочилиб кетади.

Бундан ташқари, оптик толанинг бир турда эмаслиги, яъни қўшимчалар мавжудлиги ёруғлик оқими маълум қисмининг тескари томонга акс этишига - тескари сочилишга олиб келади (2.2 - расм).

1550 нм тўлқин узунлигида Релеевск сочилишлари умумий йўқотишларнинг асосийси ҳисобланади. Релеевск сочилиши тўлқин узунлигига тескари пропорционал бўлиб, тўлқин узунлиги ошиши билан йўқотишлар камаяди.



2.2 – расм. Оптик толада ёруғликнинг сочилиши ва акс этиши

2.1.2. Кабель йўқотишлари

Кабел йўқотишлари микробукилишлар ва макробукилишлар ҳисобига ҳосил бўлади.

Микробукилишлар

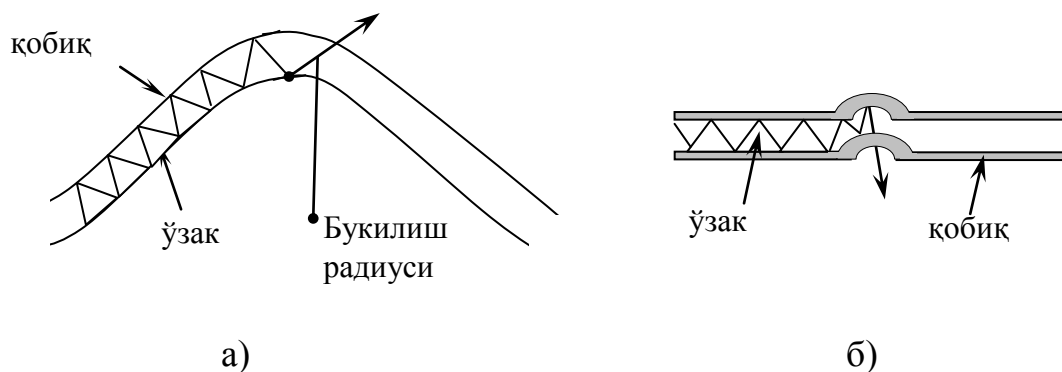
Микробукилиш - бу ишлаб чиқариш жараёнида тола ўзаги геометриясининг микроскопик ўзгариши, яъни толанинг мукамал эмаслигидир. Микробукилишлар ишлаб чиқариш жараёнида толанинг етарли

текис бўлмаган ташқи ҳимоя қопламалари билан қопланиши натижасида ўзакнинг ўқ марказида жойлашмаслиги, ўққа нисбатан қийшиқ жойлашишидан юзага келади. Микробукилишлар кабель йўқотишларини оширади. Бу йўқотишлар жуда катта бўлиши ва баъзи ҳолларда 100 дБ/км дан ҳам ошиши мумкин. Микробукилишлар 2.3,б–расмда кўрсатилган.

Макробукилишлар

Минимал рухсат этилган радиусдан ошган катта букилишларга макробукилишлар дейилади. Бир модали толаларнинг букиш рухсат этилган минимал радиуси 10 см ни ташкил этади. Бундай букилишда ёруғлик импульслари кучсиз бузилиш билан тарқалади. Букилиш радиусининг камайиши, толани рухсат этилгандан ортиқ букиш оптик импульсларни тола қобиғи орқали сочилиш эффектини оширади.

Ишлаб чиқарувчилар томонидан кабелни минимал букиш радиуси кўрсатилган бўлиши керак. Кабел (катушка) ғалтакка ўралганда, албатта, ғалтак радиуси бўйича букилади. Кабель биноларда ётказилганда, уни бино бурчакларида букиш керак бўлади. Кабелни ёткизувчи букиш радиусини минимал рухсат этилган қийматдан камайтирмаслиги, ортиқча букмаслиги керак. Толали оптик кабелни рухсат этилган чегарадан кучли букиб, кабелни яроқсиз қилиши, ҳаттоки кабелда толаларнинг узилишига олиб келиши мумкин. Макробукилишлар 2.3,а-расмда кўрсатилган.



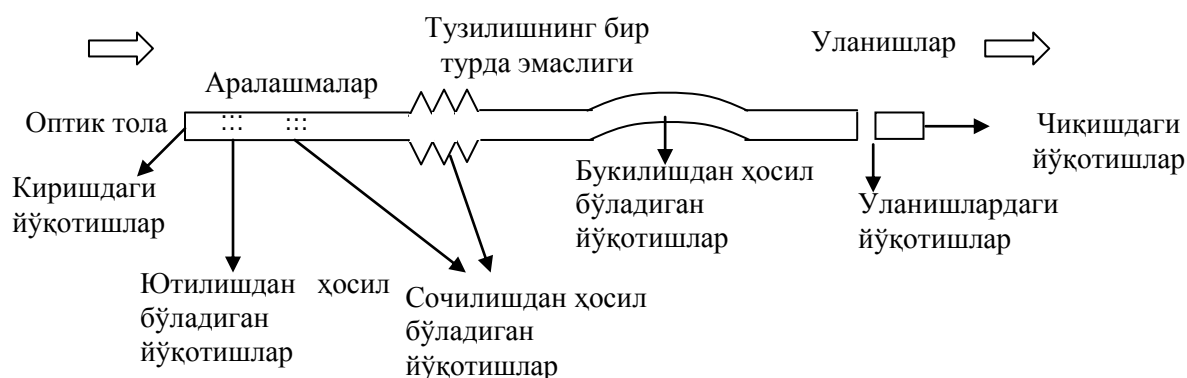
2.3 –расм. Оптик толанинг макробукилишлари (а) ва микробукилишлари (б)

Ишлаб чиқарилган оптик толанинг мукамал эмаслиги, тола геометриясининг ўзгаришлари толаларни осон, тез ва сифатли пайвандланмаслигига олиб келади. Пайвандлашда, толаларни улашда йўқотишларга олиб олиб келадиган сабаблар қуйидагилар:

- тола ўзаги ўлчамларининг мослашмаганлиги;
- толани синдириш кўрсаткичларининг фарқланиши;
- толаларни улашда узунасига ўқларнинг чатишмаслиги;
- толалар бурчак апертураларининг фарқланиши;
- толаларни зич уламасликдан ҳаво пуфакчаларининг ҳосил бўлиши.

Бу омилларнинг барчаси сўнишни, йўқотишларни оширади. Сўниш ва йўқотишларни камайтириш учун ишлаб чиқариш жараёнида тола геометриясининг юқори аниқ бўлишига катта эътибор бериш керак. Бунинг учун ишлаб чиқаришда ўзакнинг қобик шишасида марказлашган ҳолда жойлашишига, ишлаб чиқарилган толаларнинг диаметрлари бир хил бўлишига, толанинг шахсий букилишларига катта талаблар қўйилади.

Оптик толанинг тўлиқ сўниш коэффициентини аниқлаш учун юқорида айтиб ўтилган барча омиллар ҳисобга олиниши керак (2.4 - расм) .



2.4 – расм. Оптик сигнални узатиш сифатига таъсир қилувчи омиллар

Оптик нурланишни берилган тўлқин узунлиги учун сўниш коэффициенти толага киритиладиган оптик қувватни толадан қабул қилинган оптик сигнал қувватига нисбати орқали аниқланади. Одатда, сўниш

коэффициенти децибелда (дБ) ўлчанади ва оптик тола параметрларига, шунингдек тўлқин узунлигига ҳам боғлиқ. Сўнишнинг тўлқин узунлигига боғлиқлиги нозичли характерга эга бўлиб, бу боғланиш графиги 1.12–расмда кўрсатилган эди. Сўниш коэффициенти тўлқин узунлигига боғлиқ бўлиб, турли тўлқин узунликлари учун сўниш қиймати 3.1-жадвалда берилган.

3.1 – жадвал

Турли тўлқин узунликлари учун сўниш қийматлари

Тиниқлик ойналари	Тўлқин узунлиги λ , мкм	Сўниш α , дБ/км
1	0,85	2-3
2	1,3	0,4–1,0
3	1,55	0,2–0,3

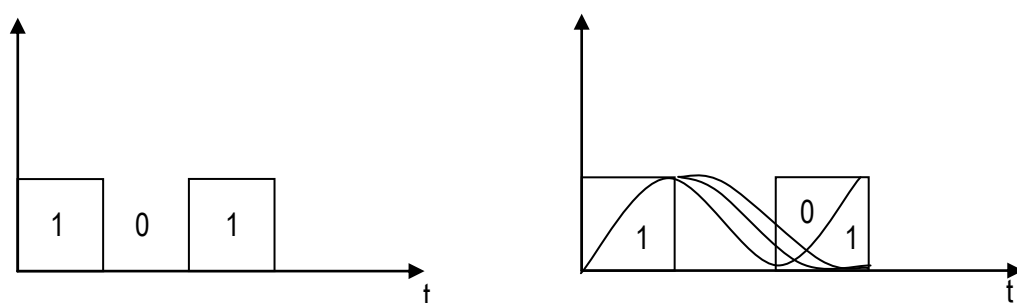
Биринчи тиниқлик ойнаси 0,8-0,9 мкм тўлқин узунлиги кенг полосали ёруғлик нурланиш манбалари ва қисқа тўлқинли лазердан фойдаланиб, сигналларни яқин масофаларга узатишда қўлланилади.

Иккинчи тиниқлик ойнасининг 1,28-1,33 мкм тўлқин узунликлари телекоммуникацияда кўп қўлланилади. Бу ойна нисбатан кам сўниш коэффициентига эга бўлиб, бу диапазонда сигналларни узатиш учун кенг полосали оптик нурланиш манбалари ишлатилади. Бунинг асосий сабаби, ушбу диапазонда кварц шишаси минимал хроматик дисперсия қийматига эга бўлиб, у арзон нурланиш манбаларидан фойдаланиш имконини беради.

Учинчи ойна 1,525-1,575 мкм оралиғида бўлиб, бу ойнанинг асосий афзаллиги сўниш коэффициентининг минималлиги ҳисобланади. Бироқ юқори тезликли тизимларнинг оқимларини узатишда дисперсия қиймати ошиб кетади. Дисперсия қийматини камайтириш учун дисперсияни компенсация қилувчи қурилмаларнинг қўлланилиши талаб этилади, бу эса толали оптик алоқа тизимларининг нархини оширади.

2.2. Оптик толали алоқа кабелларида дисперсия

Оптик толада сигналларни узатиш сифатига таъсир қилувчи энг муҳим омиллардан бири дисперсия ҳисобланади. Дисперсия бу ёруғлик импульслари охирларининг чўзилиши, яъни импульсларнинг кенгайишидир. Импульслар кенгайиб, бир бирини қоплайди, символлараро бузилишлар юзага келади ва қабул қилишда импульслар кетма-кетлигидан узатилган фойдали информацияни ажратиб бўлмай қолади (3.5-расм).

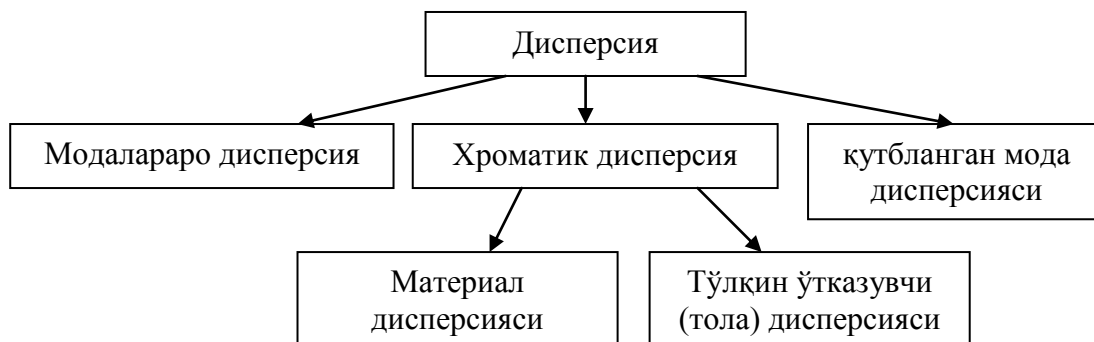


2.5 –расм. Оптик толада импульсларнинг кенгайиши

Дисперсия ўтказиш қобилиятини камайтириб, оптик тизимларнинг иш тезлигини чегаралайди. Дисперсия– импульсларнинг кенгайиши, L узунликли кабелнинг кириш ва чиқишидаги импульслар давомийлигининг квадратик фарқи сифатида қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\tau(L) = \sqrt{t_{\text{чик}}^2 - t_{\text{кир}}^2} \quad (2.4)$$

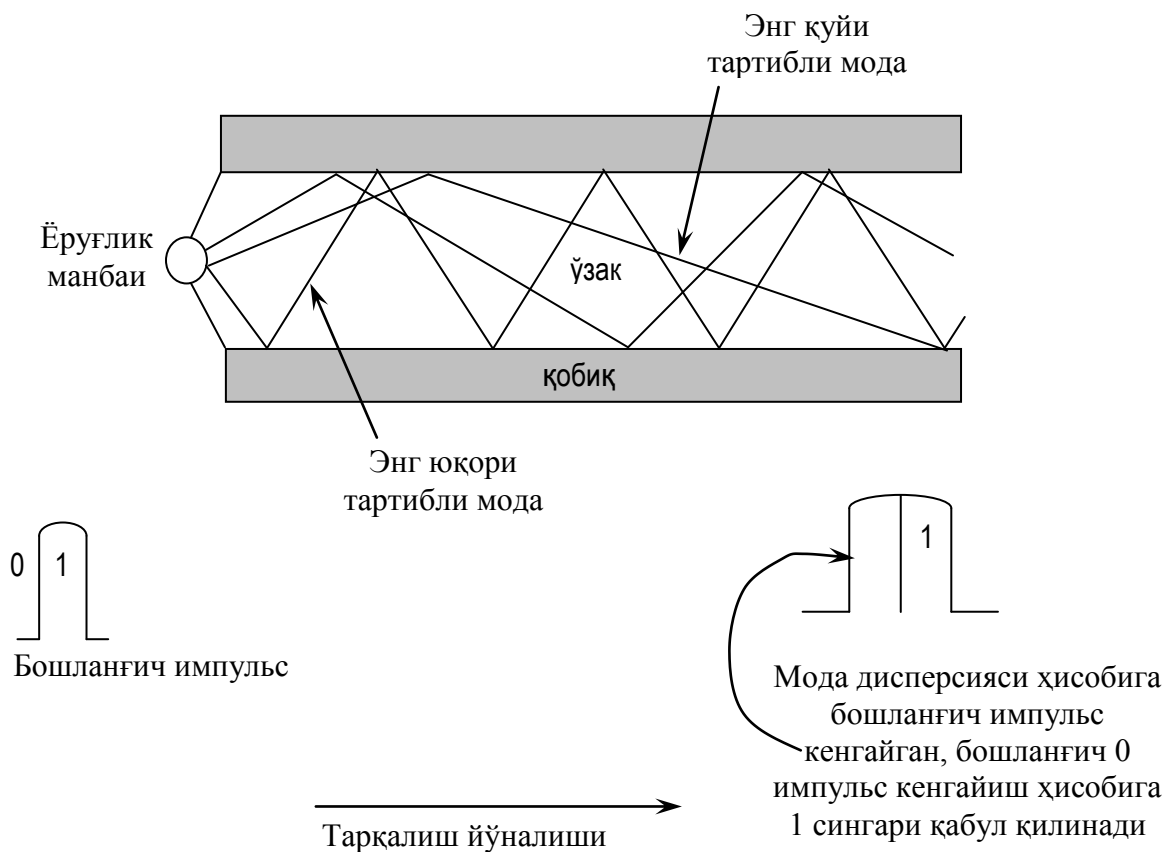
Одатда, дисперсия бир километр ҳисобида меъёрлаштирилади ва пс/км да ўлчанади. Дисперсияни қуйидаги турлари мавжуд.



2.6 –расм. Дисперсия турлари

2.2.1. Модалараро дисперсия

Модалараро дисперсия тола бўйлаб модаларни турли йўналишларда турли вақтда тарқалиши билан боғлиқ. Кўп модали толага сонли апертура бурчаги чегарасида бир неча рухсат этилган модалар киритилиши мумкин.



2.7-расм. Кўп модали оптик тола кесимида ёруғлик манбаидан берилаётган учта моданинг тарқалиши кўрсатилган идеаллаштирилган расм

Уларнинг ҳаммаси турли йўналишларда тарқалади ва узатувчи манбадан қабул қилгичга турли вақтларда етиб келади. 2.7-расмда қуйи тартибли мода 2 та қайтишга эга бўлса, юқори тартибли мода толанинг шу кесимида 7 та қайтишга эга. Натижада юқори тартибли мода энергияси қуйи тартибли мода энергиясига қараганда кечикади. Қабул қилинган импульслар йиғиндисиди бир импульсни қўшни импульс интервалига тушишидан қўшни импульс хато қабул қилинади. Модалараро дисперсия кўп модали узатиш тизимларининг камчилиги ҳисобланади. Бу турдаги дисперсия бузилишларини бир модали

толаларни қўллаш орқали бартараф этиш мумкин. Чунки ундан фақат битта асосий мода узатилади.

2.2.2. Хроматик дисперсия

Хроматик дисперсия ҳам дисперсиянинг бошқа турлари каби импульсларнинг кенгайиши туфайли ҳосил бўладиган бузилишларга олиб келади. Хроматик дисперсияни материал ва тўлқин ўтказувчи (тола) дисперсияларининг йиғиндиси ташкил этади:

$$D_x = D_m + D_T. \quad (2.5)$$

Хроматик дисперсия пикосекунд/нанометр*километр (пс/нм·км) да ўлчанади ($1 \text{ пс} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ с}$, $1 \text{ нм} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$). Бу 1нм кенгликдаги импульснинг 1км узунликдаги тола орқали ўтгандаги пс да кенгайишидир. Масалан: бир модали стандарт толаларда 1550 нм тўлқин узунлигида хроматик дисперсия қиймати 17 пс/нм*км атрофида бўлади. Дисперсиянинг бу тури бир модали толаларга ҳам, кўп модали толаларга ҳам хос. Лекин бир модали толаларда кўпроқ намоён бўлади.

2.2.3. Материал дисперсияси

Материал дисперсияси тўлқин узунлигининг тола материали синдириш кўрсаткичига боғлиқлиги билан аниқланади. Натижада тола материали орқали турли тўлқин узунликлари турли тезликларда узатилади. Синдириш кўрсаткичини аниқлаш формуласи:

$$n = c / c_{\text{ш}}, \quad (2.6)$$

бу ерда c - вакуумда ёруғлик тезлиги,

$c_{\text{ш}}$ – тўлқиннинг тола материалидаги тезлиги.

Оптик тола асосан кварц шишасидан (SiO_2) ишлаб чиқарилади. ҳар бир тўлқин тола материалидан турли тезликларда узатилади.

1-тиниқлик ойнасида катта тўлқин узунликлари катта тезликда, қисқа тўлқин узунликлари кичик тезликларда узатилади. Масалан: 865 нм тўлқин узунлиги 835 нм га нисбатан катта тезликда узатилади.

Бунга тескари 3-тиниқлик ойнасида қисқа тўлқин узунликлари катта тезликда, узун тўлқин узунликлари нисбатан кичик тезликда узатилади. Масалан: 1535 нм тўлқин узунлиги 1560 нм га қараганда тезроқ узатилади.

2-тиниқлик ойнасининг 1310 нм тўлқин узунлиги нол дисперсияли тўлқин узунлиги дейилади. Чунки 1310 нм тўлқин узунлигида кварц шишасини синдириш кўрсаткичи минимал.

Материал дисперсияси бир модалли толаларда дисперсияни асосий ташкил этувчиси ҳисобланади. Узатиш тизимларини тезликлари ошган сари битлар орасидаги интервал камаяди, натижада дисперсия ошади.

2.2.4. Тўлқин ўтказувчи тола дисперсияси

Тўлқин ўтказувчи (тола) дисперсияси – бу импульслар тарқалиш тезлигининг тўлқин узунлигига боғлиқлигидир. Дисперсияни бу тури толани геометрик шаклига ва синдириш кўрсаткичларининг профилига боғлиқ.

Хар қандай реал нурланиш манбалари маълум частота полосасида тўлқин узунликларини нурлантиради десак, турли тўлқин узунлигига эга ёруғлик импульслари толадан турли вақт бўйича кечикиб келади. Натижада бошланғич импульслар бузилади. Сигналларнинг турли тўлқин узунлигида турли тезликларда узатилиши юқорида келтирилган эди.

Шунингдек, юқорида айтиб ўтилгандек, 1310 нм тўлқин узунлигида дисперсия қиймати минимал бўлиб, нолга тенг.

Дисперсиянинг нол қиймати сўниш қийматлари кичик бўлган 3-тиниқлик ойнасига сурилган. Бу кварц шишасини лигерлаш ёрдамида амалга оширилади. Бундай толалар силжиган дисперсияли толалар дейилади. Бу толалардан юқори тезликли тизимларда, шунингдек оралиқ пунктлар сони кам бўлган сигналларни узоқ масофаларга узатишда қўлланилади. 2.8-расмда

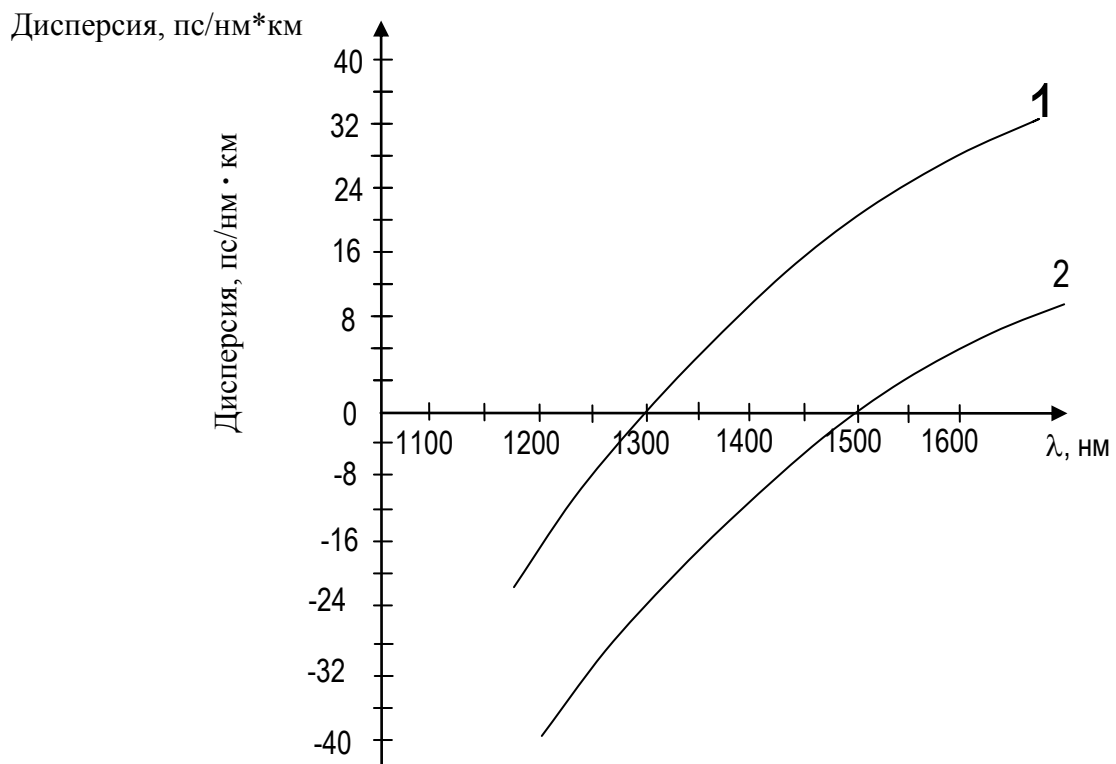
турли толалар учун хроматик дисперсия қийматларининг тўлқин узунлигига боғлиқлиги келтирилган . Узатиш линиясининг хроматик дисперсия қиймати қуйидагиларга сезгир:

- тандем боғланишлар сони ва узатиш линияси узунлигининг ошишига;
- узатиш тезлигининг ошишига.

WDM тўлқин бўйича (спектр бўйича) зичлаштирилган тизимларда хроматик дисперсияга қуйидагилар таъсир қилади:

- каналлар орасида қадамнинг камайиши;
- каналлар сонининг ошиши.

Хроматик дисперсияни камайтириш учун дисперсияни компенсациялаш усулларидан фойдаланилади.



2.8 – расм. Хроматик дисперсиянинг тўлқин узунлигига боғлиқлиги:

- 1 – тоза кварц шишасининг хроматик дисперсия тавсифи;
2 – силжиган дисперсияли толанинг хроматик дисперсия тавсифи

2.2.5. Қутбланган мода дисперсияси

Бир модали оптик толаларда асосан битта асосий мода узатилади. Бирок қутбланишни ҳисобга олсак, бир модали толаларда иккита мода узатилади. Улар бошланғич асосий моданинг ўзаро перпендикуляр қутбланган икки ташкил этувчиларидир. Бу ташкил этувчиларидан бири доминант ҳисобланиб, горизонтал X ўқи бўйлаб, иккинчиси вертикал юзадан Y ўқи бўйлаб тарқалади. X ўқидан узатилган мода Y ўқидан узатилган модага нисбатан тез етиб боргани учун X ўқини “тез узатадиган ўқ”, Y ўқини “секин узатадиган ўқ” дейилади (2.9-расм).

Сигнал идеал аниқ геометрияга эга толадан узатилганда эди, модалар қабул қилувчи пунктга бир хил тезликда, бир хил вақтда етиб борарди. Лекин амалиётда толанинг геометрик ноидеаллиги, шунингдек турли механик ва оптик омиллар туфайли синдириш кўрсаткичлари ассиметриясининг юзага келиши сабабли икки ўзаро перпендикуляр қутбланган модалар вақт бўйича турлича кечикиши натижасида турли тезликларда тарқалади. Тола чиқишида бошланғич сигналнинг асосий модаси бузилган ҳолда етиб келади. Икки ўзаро перпендикуляр қутбланган ташкил этувчи модаларнинг турли тезликларда тарқалишидан бошланғич сигналнинг бузилган ҳолда қабул қилиниши қутбланган мода дисперсияси (ҚМД) ҳисобланади.

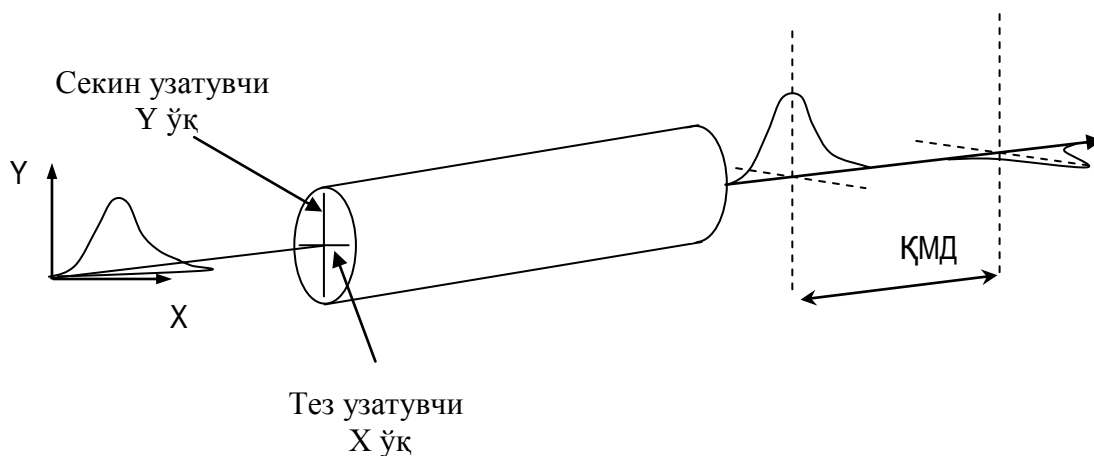
Қутбланган мода дисперсияси (ҚМД)нинг ҳосил бўлишига асосий сабаб - бу тола ўзаги геометриясининг бузилиши, ноидеаллигидир. Тола ўзагининг ноидеаллиги (оваллиги бузилиши), тола геометриясининг ўзгариши ишлаб чиқариш ёки фойдаланиш жараёнларида юзага келади. Шунингдек, қутбланган мода дисперсиясининг ҳосил бўлишига олиб келадиган тола геометриясининг ўзгаришига толанинг букилишлари, толани жўнатиш учун махсус ғалтакларга ўраш, сўнг уни ётқизишдаги механик ҳаракатлар ҳам таъсир қилади. Бу ҳаракатлар тола деформациясига олиб келади ва тола профилини ёки ўзакнинг қобик марказида жойлашувини бузади.

Қутбланган мода дисперсияси пикосекундда (пс) да ўлчанади. Тола дефектларининг қўшилиши ва қутбланган мода дисперсияси билан ўзаро таъсирда бўлиши натижасида секциядан секциягача сигнал етиб боргунча қутбланган мода дисперсияси ортиб боради. Толани характерловчи бундай ҳолдаги қутбланган мода дисперсияси $\text{пс/нм}^{-1/2}$ да ўлчанади. Бир неча секциялардан иборат трасса учун ҳар бир участкаларга мос келувчи қутбланган мода дисперсияларининг ўртача квадратик йиғиндисини қўллаш керак.

Толали оптик алоқа тизимларига қутбланган мода дисперсиясининг таъсири ушбу ҳолларда ортади:

- каналда узатиш тезлиги ошганда;
- регенераторлар орасидаги масофа узайтирилганда;
- каналлар сони ошганда (DWDM)- зич спектр бўйича зичлаштирилган технология қўлланилганда.

Тола ишлаб чиқариш жараёнини қатъий назоратга олиш билангина қутбланган мода дисперсияси қийматини камайтириш мумкин.



2.9 –рasm. Қутбланган мода дисперсиясини ҳосил бўлиши

2.3. Дисперсияни камайтириш усуллари

Дисперсияси қийматлари минимал бўлган DSF, NZDSF толаларини қўллаш дисперсияни камайтириш усулларида биридир. Лекин, юқорида

айтиб ўтганимиздек, энг кўп фойдаланиладиган бу SF- стандарт толаларидир. SF толаларида хроматик дисперсия катта бўлгани учун бу толалар қўлланилганда, DCF (Dispersion Compensating Fiber) дисперсияни компенсация қилувчи толалардан фойдаланиш керак.

DCF-дисперсияни компенсацияловчи толалардан асосан хроматик дисперсияни камайтиришда, регенерациялаш секцияси узунлигини оширишда, паст тезликдан юқори тезликли тизимларга ўтишда, спектр бўйича зичлаштириш усулида қўлланилади. DCF толаларида дисперсия қиймати манфий бўлиб, катта қийматларга эга бўлади. Хроматик дисперсияси мусбат ишчи толага дисперсияси манфий DCF толаларини улаш натижасида дисперсия нолга яқинлашади, яъни компенсация қилинади. (3.10-расм)

DCF толалари “Corning”, “Lucent Technologies”, “Sumitomo Electric” компаниялари томонидан ишлаб чиқарилмоқда.

DCF толаларини қўллаш бир қанча муаммоларни туғдиради:

- дисперсияси мусбат ва манфий турли толаларни улаш, монтаж ва таъмирлашни мураккаблаштиради;
- DCF толалари ишчи толага қараганда катта йўқотишларни юзага келтиради, бу йўқотишлар, сўнишлар $\lambda=0,4-1,0$ дБ/км бўлиб, узатиш линиясининг умумий йўқотишларига қўшилади;
- 10-12 км ишчи толанинг дисперсиясини компенсациялаш учун 1 км атрофида DCF толалари талаб этилади;
- ночизикли эффектларнинг ошишига олиб келади.

Компенсациялаш самарали бўлиши учун, ишчи толанинг умумий дисперсия қийматини ва DCF толасининг дисперсия параметрларини ўлчаш керак.

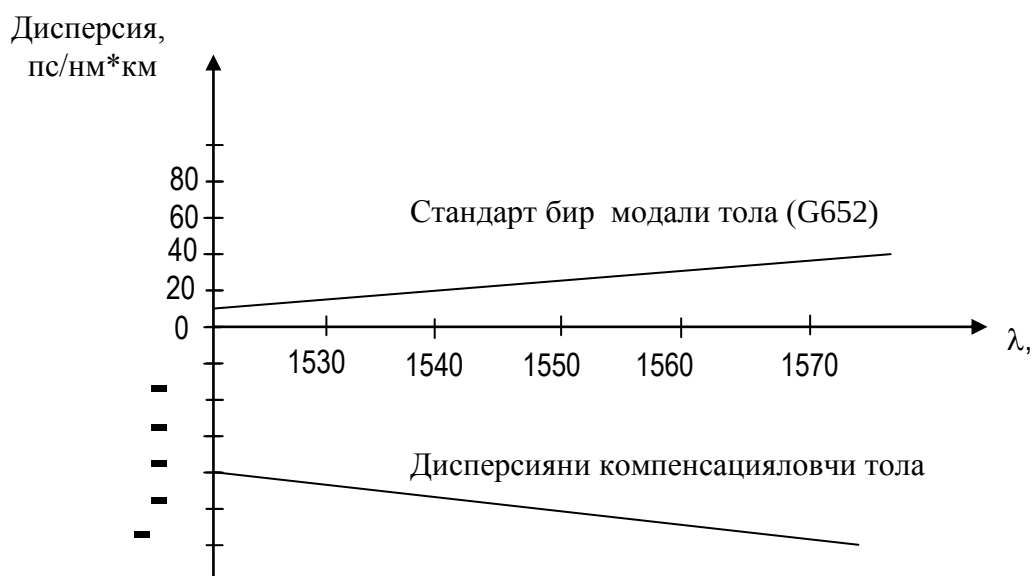
Камчиликларни йўқотиш мақсадида DCF толалари махсус модулларга жойлаштирилиб, улар узатиш тизимларининг устунларига ёки оптик кучайтиргичларнинг 1-ва 2-каскадлари орасига қўйилади. Бу дисперсияни компенсацияловчи модуллар DCM (Dispersion Compensating Module) дейилади. Дисперсияни компенсация қилувчи модулларнинг DCM

ўлчамлари ҳар хил бўлиши мумкин. Масалан, “Corning” В турдаги модуллари 235x235x40 мм, Д турдаги 267x267x40 мм, С турдаги 278x432x44мм, “Sumitomo” фирмасининг 228x202x41 мм. Лекин бунда ҳам камчиликлар мавжуд:

- қўшимча йўқотишга олиб келади;
- қутбланган мода дисперсияси қМД қиймати ошиб кетади.

WDM тизимларида ва юқори тезликли тизимларда қМД қутбланган мода дисперсияси $0,1-0,2 \text{ пс/км}^{-1/2}$ дан ошмаслиги керак.

DCM модуллари қўлланганда юқоридаги камчиликларни эътиборга олиш зарур.



2.10 –расм. DCM модули ёрдамида дисперсияни компенсациялаш

Хулоса

Ушбу бўлимда оптик толадаги сўнишлар, толанинг шахсий йўқотишлари, оптик кабелдаги йўқотишлари ҳақида қатор маълумотлар келитирилган. Бундан ташқари оптик тола диисперцияси, яъни модалараро дисперсия, хроматик дисперсия, материал дисперсияси, тўлқин ўтказувчи тола дисперсияси, қутбланган мода дисперсияси ҳақида изоҳлар ва батафсил маълумотлар келтирилиб, уларга мос келувчи қатор чизмалар кўрсатилган.

3. ОТИК ТОЛА АЛОҚА ЛИНИЯЛАРИДА ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ, КЎРИНИШЛАРИ ВА ВОСИТАЛАРИ.

3.1. Ўлчаш усуллари классификацияси.

Оптик кабелларни параметрларини ва оптик толали узатиш линиялари чизиқли трактларини ўлчаш ўлчаш жойи ва мақсадига, ўлчаш параметри ва усулига кўра классификацияланади.

Ўлчаш жойи ва мақсадига кўра ўлчаш.

Лабораториявий ўлчаш – бундан асосан илмий текшириш институтлари фойдаланади. Лабораториявий ўлчашда турли хил ўлчаш асбоблари қўлланилиб, оптик кабелда ёки оптик толада турли хил тажрибалар ўтказилиб ва уларда маълумот узатишни турли усуллари синалади. Бундан эса оптик кабелларини ёки оптик толани қўлланилиш соҳаси, иқлимий жойи ва бошқалар аниқланади. Оптик тола ва оптик кабелларини параметрларини ўрганилади. Масалан, тўлқин узунлиги, харорат, механик ва климатик таъсирларни, ишлаб чиқариш шарт-шароитлари ва ҳаказолар ўрганилиши мумкин.

Ишлаб чиқариш корхонаси ўлчашлари – бунда оптик кабелларни ва оптик толаларни ишлаб чиқариш вақтида олиб борилади. Ўлчаш параметрларини сони ишлаб чиқариш жараёнига боғлиқ ҳолда белгиланди ва амлга оширилади. Янги технология ёки янги қурилмани ишлабчиқариш жараёнига тадбиқида ўлчаш ишларин лабораторавий ҳолатга яқин келади. Белгиланган ўлчаш параметри муқим бир технология учун чегараланиб қолади ва бу чегараланиш МСЭ, ГОСТ ёки техник шартлар билан белгиланади. Ишлаб чиқариш корхонаси ўлчашлари муҳимлиги шундаки, бунда ўлчаш апаратуралари махсус бўлиб, автоматик тарзда амалга оширилади ва чиққан натижалар ишлабчиқарилган махсулотни паспорти ҳисобланади.

Оптик толали алоқа линияларини қуруш ёки монтаж қилиш жараёнидаги ўлчашлар – бунда ўлчаш параметрлар қурилаётган ёки монтаж қилинаётган шароитга қараб, оптик кабел тури ва оптик тоали алоқа линияси тавсифига қараб чекланган бўлади. Оптик толали алоқа линиясида узатиш-

кабул қилиш синовлари белгиланаган усул ва йўналтирилган дастур бўйича амалга оширилади.

Фойдаланишдаги ўлчаешлар – икки мақсадда олиб борилади. Биринчидан, оптик толали алоқа линиясини бошқариш ва назорат қилиш мақсадида. Иккинчидан, чизиқли трактни носозлигини, узулган жойни ва линия характерлани аниқлаш мақсадида.

Ўлчанаётган параметрига кўра ўлчаеш.

Оптик тола ёки оптик кабелни оптик характеристикасини ўлчаш, уларнинг сонли апертураси, нур синдириш кўрсаткичи, мода майдон диаметри ва тўлқин узунлиги узулишлари (бир модали оптик тола учун), сўниш коэффициенти ва дисперция (штказиш оралиғи) ларига боғлиқ.

Чизиқли линия трактини оптик характеристикаларини ўлчашлар биринчи навбатда толани бир моддадан ташкил топмаганлиги, олиб келишдаги шикастлар ва узилиш жойигача бўлган масофаларга бўлинади.

Оптик тола ёки оптик кабелни механик ва конструктив характеристикаларини ўлчаш уларнинг турли хил факторлар, яъни ишлаб чиқриш, ётқизиш, монтаж қилиш ва фойдаланиш жараёнида вужудга келувчи чўзилиш, букилиш, сиқилиш, турли зарбалар, иш жараёни харорати ва герметиклиги каби унсурларга боғлиқ.

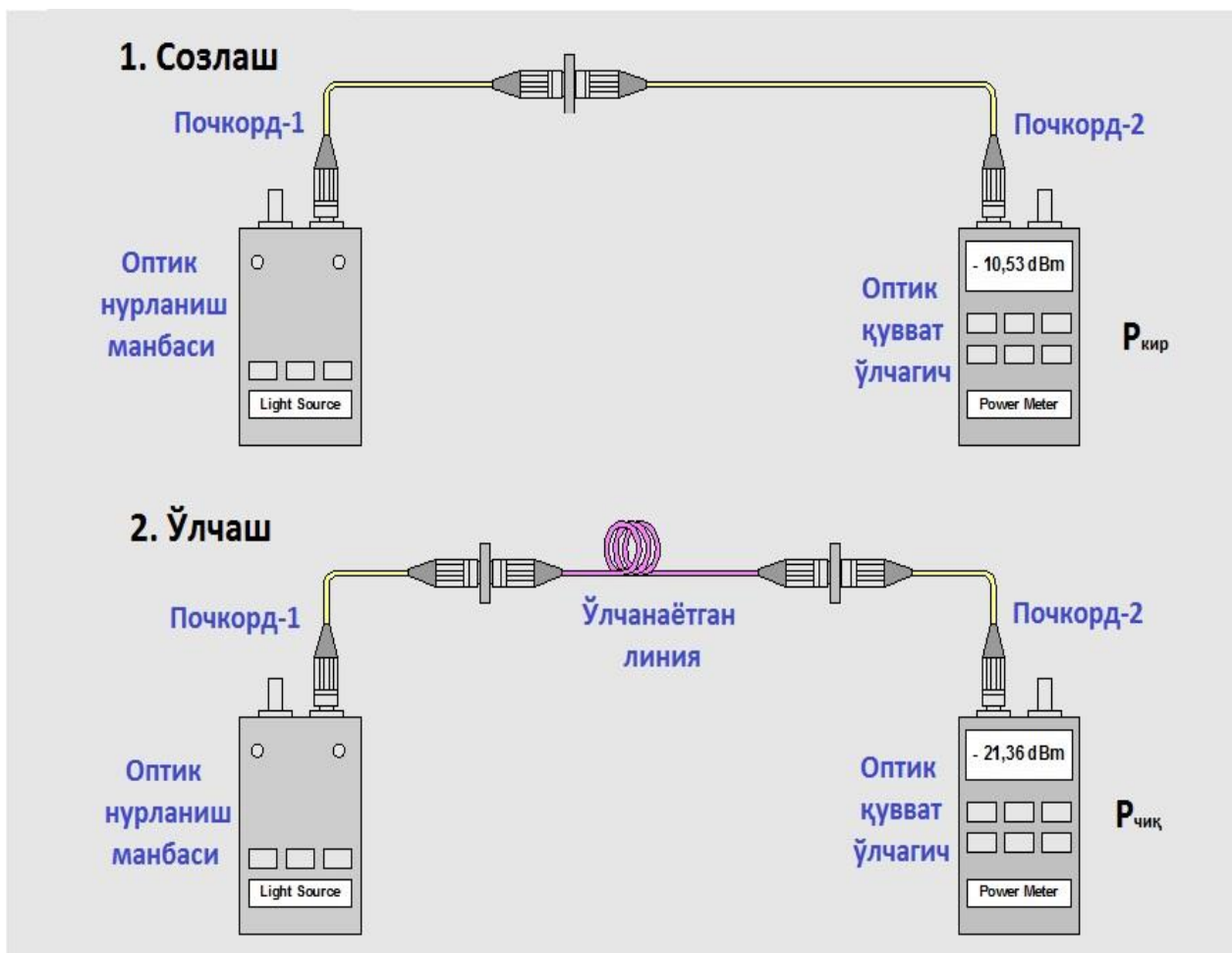
Кўрсатилган параметрларни ўлчаеш.

(тўғридан тўғри, бевосита ва бир вақтда ўлчаешлар)

Тўғридан тўғри ўлчаешда – ўлчанаётган параметр катталигини ўртача қиймати олинади. (3.1-расм)

Бевосита ўлчаеш – бу усулда олиган натижалар маълум бир катталиклар билан боғлиқ бўлади ва натижалар аниқлиги юқори бўлади.

Бир вақтда ўлчаеш – бу усулда бир неча параметрлар бир вақтда ўлчанади ва улар орасидаги боғлиқликлар ўрганилади.



3.1-расм. Оптик йўқотишларни тўғридан тўғри ўлчаш усули.

3.2. Оптик толали алоқа линиясини ўлчаш турлари ва воситалари.

Оптик толали алоқа линиясини қуришда ва тухник фойдаланишда комплекс ўлчашлар амалга оширилади. Бу ўлчашлар линия трактини функцияларини, носзликни огоҳлантириш ва алоқа сифатларини юқорилигини таъминлаш мақсадида амалга оширилади. Оптик кабел ва оптик толали алоқа линияси апертураси характеристикалари ва параметрларини ўлчаш унга илова қилинган паспортга асосан солиштирилади, бу папорт ўз навбатида ГОСТ ва ТУ стандартларига мос келиши зарур.

Оптик алоқа линиясини қуришда сифат назорат ўлчашлари амалга оширилади. Бунда оптик толадаги сўнишлар, уланишдаги хатоликлар, чиқишдаги оптоэлектрон нурланиш қуввати, узатилаётган ва қабул қилинаётган хатоликлар коэффициентлари ўлчанади ва белгиланади.

Оптик тола алоқа линиясини эксплуатация қилиш жараёнида қуйдаги уч хил шикастланиш ёки бузилишда огоҳлантирилади ва уларга аниқлик киритиш мақсадида ўлчанади:

Профилактик ўлчаш – тасдиқланадиган режа асосида ўтказилиб, бунда линия ўлчаш таркиби, ҳажми ва давомийлиги минтақа шароитидан ва кабел ҳолатидан келиб чиққан ҳолда белгиланади.

Текширув ўлчашлари – бунда фойдаланилаётган линия таъмирлангандан сўнг синов текширув мақсадида ўтказилади.

Авариявий (носозлик) ўлчаш – бунда юзага келган носозлик сабаби ва носозлик чиққан жойини аниқлаш мақсадида амалга оширилади, носозлик бартараф қилинади. Қуриш ва фойдаланиш этапларидаги синовлар ва ўлчашлар таркиби қуйдаги 3.1 жадвалда кўрсатилган.

3.1 жадвал.

Ўлчаш параметрлари	Қуриш жараёнида	Фойдаланиш жараёнида
Сўниш коэффициенти	+	-
Сўнишлар		
Узунликка нисбатан	+	-
Оптик ўсишдаги	+	-
Регенерация участкасидаги	+	-
Хатоликлар коэффициенти		
Хар бир регенерация участкасидаги	+	+
Чизиқли трактдаги	+	+
Энергетик потенциал	+	-
Регенераторни фото қабул қилгичини сезгирлиги	+	-
Оптик қувват даражаси		
Регенератор чиқишидаги	+	+
Регенератор киришидаги	+	+
Носозликкача масофа	+	+

Юқори тезликда модуляцияловчи лазер диодини спектр характеристикаси оптик толали алоқани ишончлилиги ва характеристикаси билан қанчалик кучли боғланган бўлса, оптик нурлантириш манбасини шунчалик кучли назорат қилиш зарур бўлади. Буни амалга ошириш учун унда спектр кенглигини, модалар сонини, ўртача тўлқин узунлигини, линияни спектрал кенглигини (тескари алоқага ажратувчи лазер ва ташқи резанатор лазери учун), тўлқин узунлигини, энг юқори нурланишни, симметриявийликни, ён модаларни босим коэффицентини, тўлқин узунлиги доимилигини ўлчанади ва таҳлили қилинади.

Буларнинг барчасидан ташқари кичик поласали лазерларни ташқи резонатор эффектларини баҳолаш ва текширишлар амалга оширилиб, бунда модалардан модаларга ўтишда ёки модаларни бўлишда сакрашлар мавжудлиги текширилади ва аниқланади. Модуляцияланган сигнални импульс характеристикаси нурлантирувчи манба ёрдамида ўлчанади: импульсни фронтга тушиши, импульс чўзилиши ва тушиб қолиши, сўниш коэффицентини, импульс давоийлиги ва текислиги. Сифатни баҳолашда фотоқабуқилгични шовқин даражаси, сезгирлиги ва ишчи частота поласаси ўлчанади.

3.3. Ўлчаш воситаларини умумий классификацияси.

Оптик толали алоқа линияларини меёردа ишлашига мос келувчи текширишлар учун, оптик толали алоқа линияларини эксплуатация, паспоризация ва созлаш жараёнида фойдаланувчи элктралоқа ўлчаш воситаларини қуйдаги гуруҳлар билан тавчифлаш мумкин:

- Оптик нурланиш қуввати ва оптик нурлантириш манбаси чиқишидаги сўнишларни ўлчовчи оптик ўлчагичлари (тестерлар, мултиметрлар).
- Оптик ркфлектметрлар.

- Хроматик (CD) ва кутибланган мода (PMD) дисперсияларини ўлчаш асбоблари.
- Универсиал ўлчовчи тизимлар (платформа).

3.3.1. Оптик нурланиш қуввати ва оптик нурлантириш манбаси сўнишларни ўлчагичлари (тестерлар, мултиметрлар).

Оптик кабелни сўниш учусткалари аниқлаш учун оптик нурлантириш манбаси билан оптик нурлиниш қуввати биргаликда фойдаланилади. Бу асбобларни асосий параметрлари:

- қувват ўлчагичлар учун: детектор тури, ишчи тўлқин узунлиги, ўлчаш хатолиги ва чеклмниши;
- оптик нурлантириш манбаси учун: манба тури, тўлқин узунлиги, чиқиш қувватини диапазони ва доимийлиги (стабиллиги);

Тестерлар икки бир-бирига боғлиқ ва мос келувчи қурилмалар мажмуи бўлиб, улар асосан оптик кабел ёки оптик толадаги узилиш ва носозлик борлигини аниқлаш мақсадида фойдаланилади. (3.2-расм)



3.2-расм. Тестерлар мажмуи.

Тестерлар ишлатилишида тўғридан тўғри ўлчаш амалга оширилади. Бунда аввал тестерни оптик нурлантириш ҳосил қилувчи қисми оптик қувват ўлчаш қисми билан мослаштирилиб текширилади. Бу текширишдан оптик нурлантириш ҳосил қилувчи қурилма чиқишидаги қувват аниқлаб олинди. Сўнг носозлик мавжудлигини аниқланаётган оптик тола ёки оптик кабел

бошига оптик нурлантириш ҳосил қилувчи қурилма, охирига эса оптик қувват ўлчовчи қурилма уланиб ундаги узилиш мавжудлиги аниқланади. Агар узилиш мавжудлиги аниқланмаса оптик тола ёки оптик кабелдаги сўнишлар, ёқотишлар талабга жавоб беришлиги таҳлил қилинади. Лекин шуни унутмаслик керакки тестерларни ишлатиш ва фойдаланиш аниқлиги паст, ҳамда имконияти чекланган.

3.3.2. Хроматик (CD) ва кутибланган мода (PMD) дисперсияларини ўлчаш асбоблари.

Маълумот узатиш тезлиги юқори ва спектр бўйича зичлаштириш (DWDM) жорий этилган оптик толали тизимларда хроматик ва кутибланган дисперсияни ўлчаш талаб этилади. Бундай дисперсия параметрлари авваллари фақатгина ишлаб чиқариш жараёнида ўлчанган бўлса, ҳозирги кунга келиб алоқани сифатини ошириш мақсадида эксплуатация жараёнида ҳам талаб қилинмоқда.

Кутибланган дисперсияни ўлчаш – бунда ўлчанаётган линияни бошига кенгполасали кутибланган манба уланиб, шу линия охирига кутибланган (ўзгарувчан) спектр анализатори уланади. Таҳлил қилишда тез ўзгарувчан Фурье усули қўлланилади (FFT). Бу усулда линия чиқишидаги барча дифференциал ушланишларни ўртача қиймати олинади ва кутибланган мода дисперсияси пикосекундларда ёки $\text{пс/км}^{1/2}$ ларда ўлчанади.

Хроматик дисперсия – тўлқин узунликларини оптик толада синишилариини ўзгаришидан келиб чиқади. Хроматик дисперсияни ўлчаш асбоби световоддан ўтаётган оптик сигналлар синусоидал фазасини ўлчашга асосланган.

3.3.3. Универсал ўлчовчи тизимлар (платформа).

Оптик тола ва оптик кабелларда ўлчаш ишларини амалга оширувчи универсал ўлчовчи асбобларни яратиш, ўлчов ачбоблари орасидаги энг самарали мураккаб вазифа ҳисобланади.(3.3-расм)



3.3-расм. Универсал оптик ўлчаш асбоби (платформа).

Бундай универсал ўлчаш воситалари қуйдаги функцияларни бажариши мумкин:

- Оптик рефлектометр: умумий ва сўниш юз бераётган масофани, сўниш ва аксланиш коэффициентини аниқлаш асбоби.
- Хроматик ва кутибланган мода дисперсияни ўлчаш асбоби.
- WDM блокли спектр анализатор учун C- ёки L- диапазондаги спектрал сўнишларни ўлчаш асбоби.
- Оптик тестер.
- Кўпўлқинли DWDM учун оптик қувват ўлчаш асбоби.

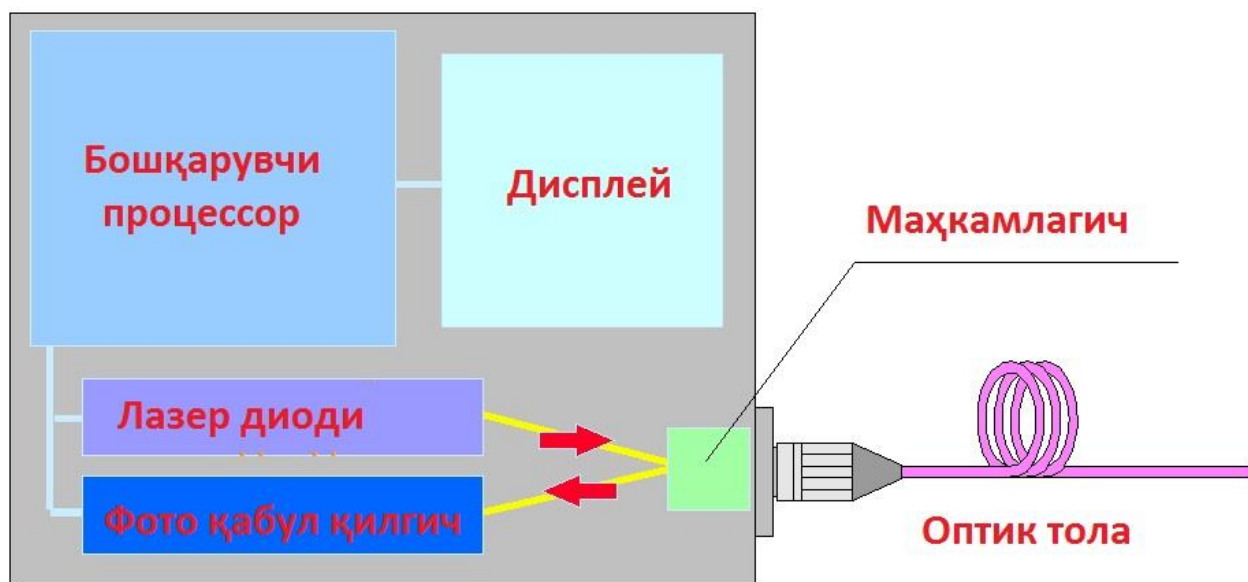
3.3.4. Оптик рефлектометр.

Оптик рефлектометр бузилишлар рўй берган масофани, сўнишлар коэффициентини, пайвандлашобиборилган жойдаги йўқотиш ва сўнишларни, кабелдаги турли хил бузилишларни ва уларгача бўлган масофани аниқлашда

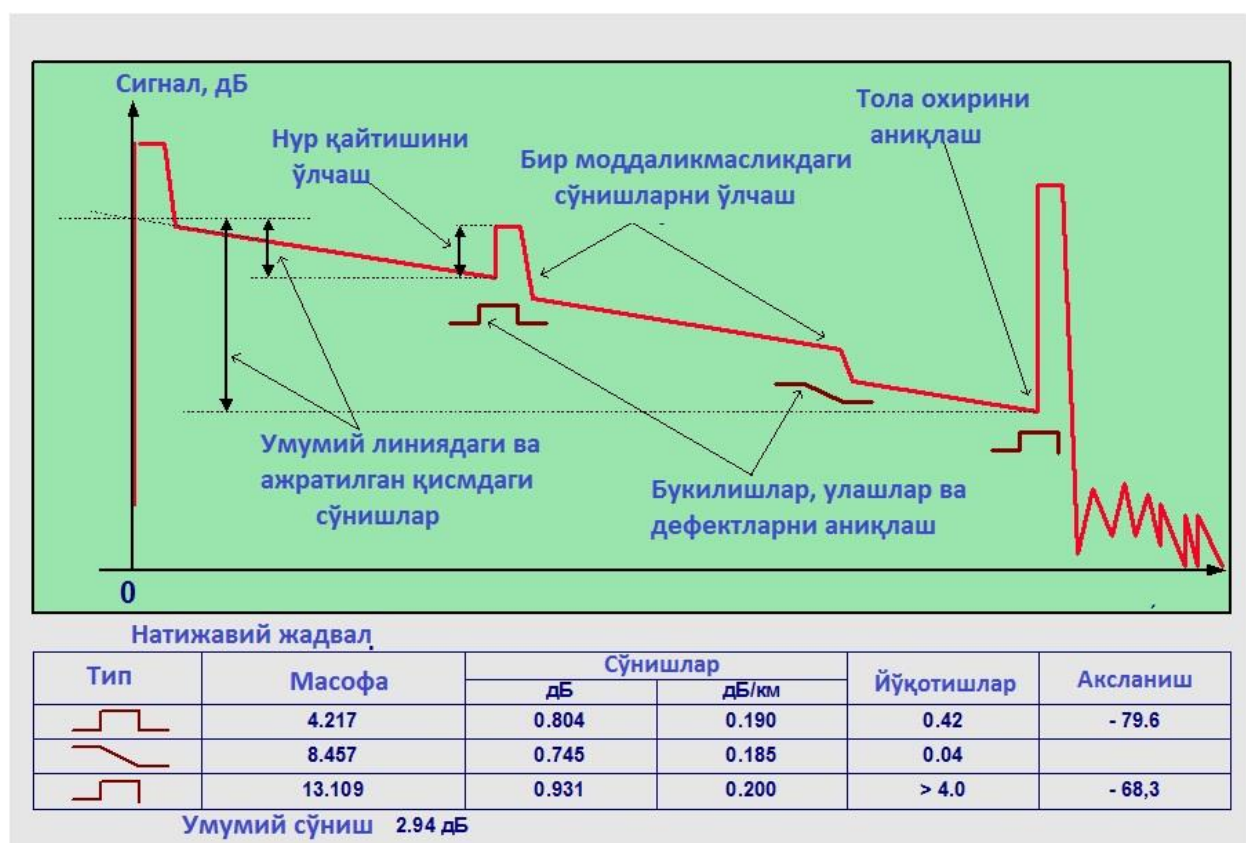
фойдаланилади. Рефлектометр ёррдамида олинган натижа рефлектограмма ва жадвал асоида кўринади ва таҳлил қилинади.

Рефлектометр асосий тўрт қисмдан иборат: бошқарувчи процессор, нурлантирш ҳосил қилувчи лазер диоди, фото қабул қилгич, дисплей (3.4-расм). Демак, лазер диоди ёрдамида керакли тўлқин узунликдаги импульс маълум вақ оралиғида импульс узатилади. Сўнг узатилган импульс маълум вақтда оптик тола бўйлаб тарқалади ва импульсдан аксланган нур қайтади. Қайтган нур фото қабул қилгичга тушиб микропроцессорга электр сигнал сифатида узатилади. Микропроцессор қабул қилинган электр сигналга қараб рефлектограммани ва жадвални дисплейга узатади. Дисплейда эса олинган натижа тасвирланади.

Рефлектометрни ишлаш принципи шундайки, унда белгиланган тўлқин узунликдаги импульс маълум бар давомийликка эга ҳолда оптик тола бўйлаб узатилади ва қайтиб келган импульс ёрдамида рефлектограмма чизилиб, натижалар жадвалга тушади. 3.5-расм



3.4-расм. Рефлектометрни структуравий тузилиши.



3.5-расм. Рефлектометрда олинган нативавий тасвир.

3.4. Отиқ толали алоқа линияларини рефлектометр ёрдамида ўлчаш ишларини таҳлил қилиш.

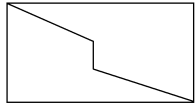
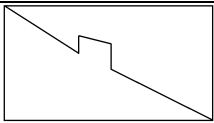
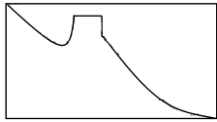
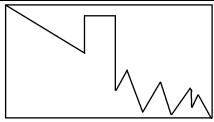
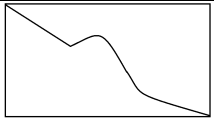
Оптик рефлектометрлардан фойдаланишда энг авваламбор ишга созлигини текшириш лозим. Оптик рефлектометр оптик тола параметрларини ўлчашдан ташқари, олинган натижаларни сақлаш ва қўшимча хотирага юклаш имконини беради. Рефлектометрни созлашлар икки турда бўлиб, оптик рефлектометрга ўрнатилган дастурий таъминотни созлаш ва ўлчанаётган оптик тола ёки оптик кабелни параметрларини созлашлардан иборат.

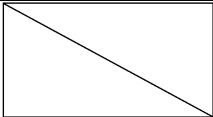
- **оптик рефлектометрга ўрнатилган дастурий таъминотни созлашда** - асбоб параметрларини (автоматик ўчиш, экран устки чироқлари, контраст-тиниклик); регионал параметрларини (сана, вақт, узунлик бирлиги ва фойдаланишдаги тил); порт параметрларини (принтер, тахрир қилиш, дистанцион бошқарув, коннектор тури) каби созлашлар амалга оширилади.

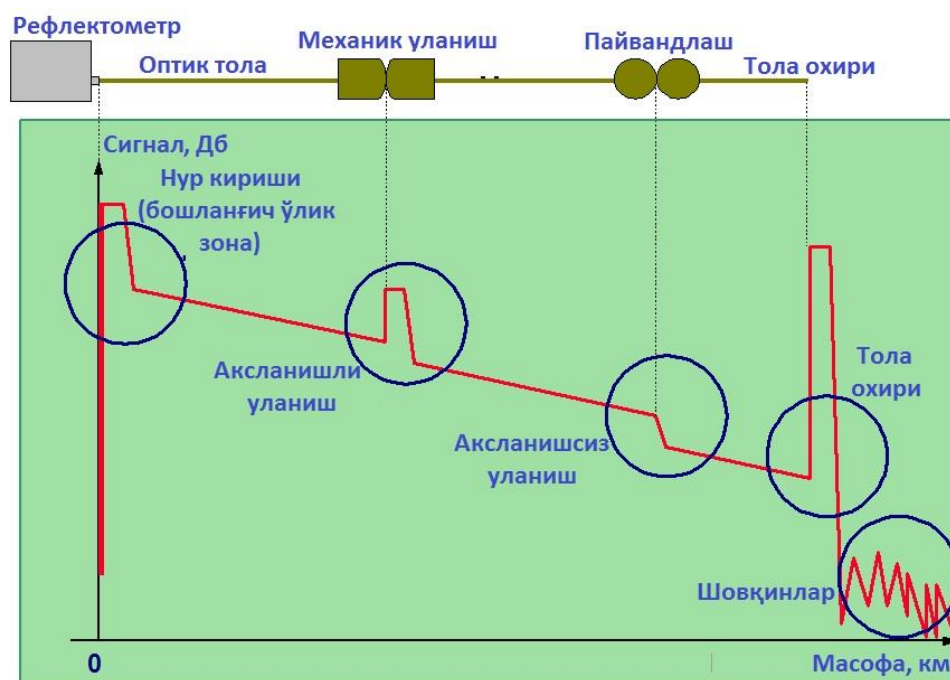
- **ўлчанаётган оптик тола ёки оптик кабелни параметрларини созлашлар** - *тасвирга олинган рефлектограмма параметри* (лазер тўлқин узунлиги, ўлчаш услуби, импульс давомийлиги, ўлчаш вақти, силиқлик даражаси); *ўлчаш параметрлари* (сварка қилинган жойни аниқлаш, нур қайтиш жойини аниқлаш, сўниш жойини аниқлаш, детекторлаш белгилари, нурлантиришни қайтишида йўқолишларни ўлчаш, олинган натижаларни рефлектограмма орқали тасвирлаш, натижаларни жадвал кўринишида олиш); *тола параметрлари* (тўлқин узунлиги, нур синдириш кўрсаткичи, импульсларни акс этиш коэффиценти); *рефлектограмма идентификацияси бўйича маълумот* (рефлектограмма номи, оператор исми, кабел турини ўрнатиш, тола рақами, ўлчанаётган тола бошланиш ва тугаш пунктлари номи, ўлчаш ёналиши).

Рефлектометр оптик толали алоқа линиясидаги сўнишларни, йўқотишларни ўлчаб, натижаларни рефлектограмма чизиғини ўзгариши билан ифодалайди (3.6-расм). Рефлектограмма чизиғини ўзгаришини изоҳи 3.2-жадвалда кўрсатилган.

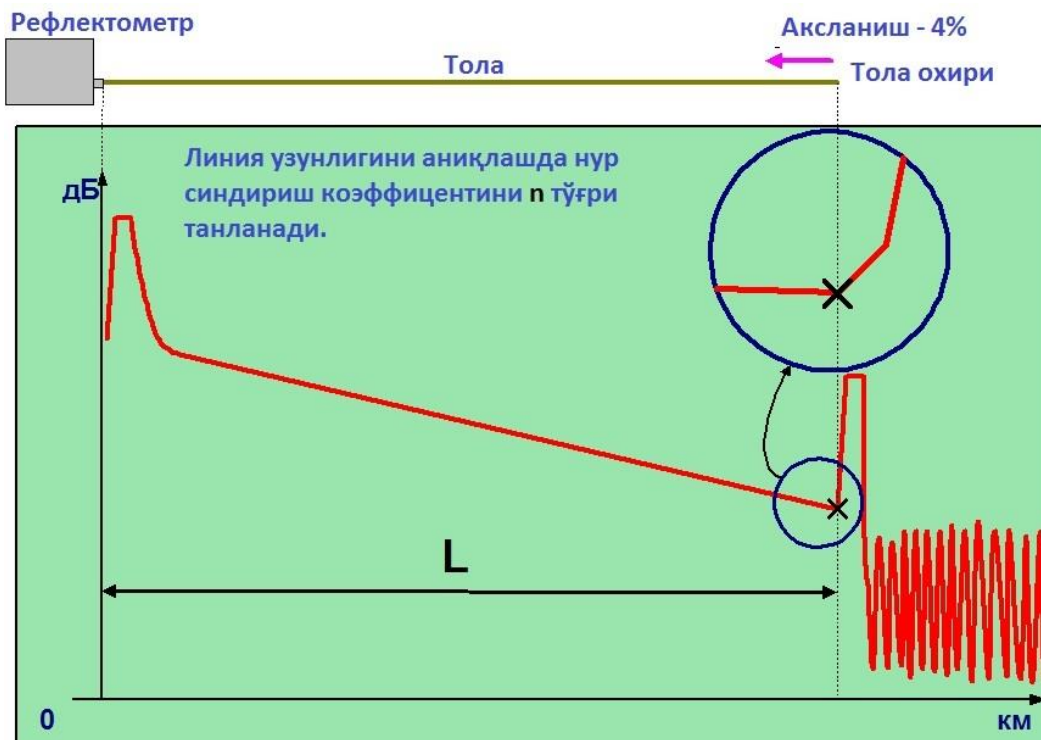
3.2-жадвал.

№	Тасвир кўриниши	Изоҳ
1		Пайванд жойи (бир турда тарқалиш)
2		Мехпнте уланиш (бир турда бўлмаган тарқалиш)
3		Қайта тарқалиш
4		Тола охири
5		Қайта аксланишли йўқотиш (ORL)

6		Тола сегменти
---	---	---------------



3.6-расм. Рефлектограмма тасвирини умумий кўриниши.



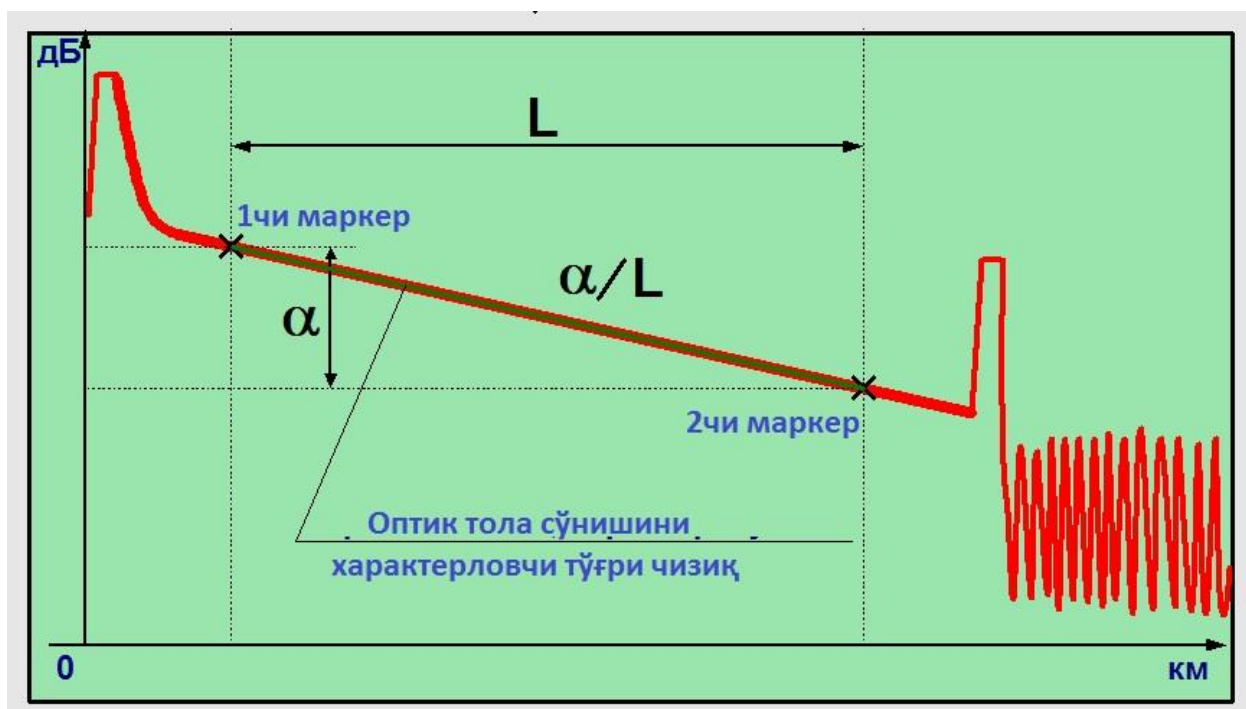
3.7-расм. Линия узунлигини ўлчаш.

Оптик толани хар километрга ўртача сўниши α бўлса, уни рефлектометр куидагича ҳисобланади. (3.8-расм)

$$\eta = L/\alpha \quad (3.1)$$

α – икки маркер орасидаги сўниш

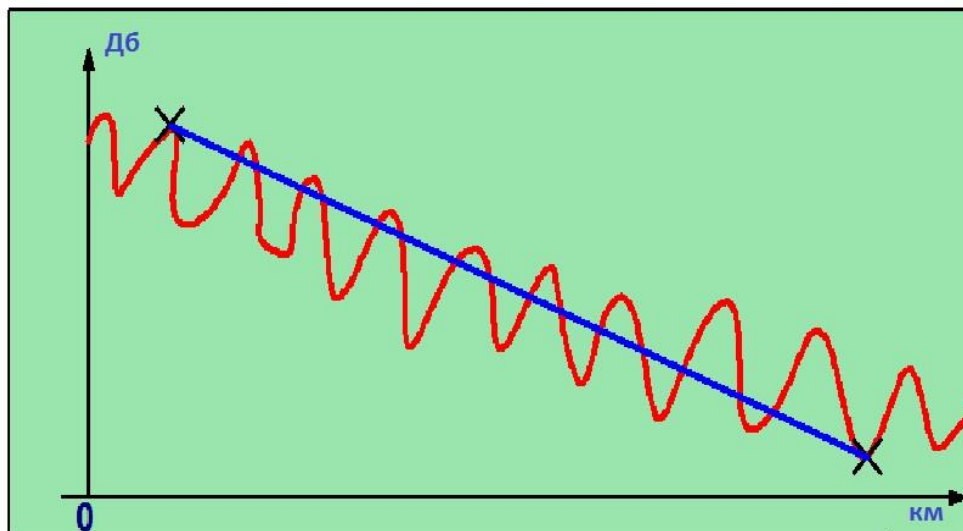
L – маркерлар орасидаги масифа



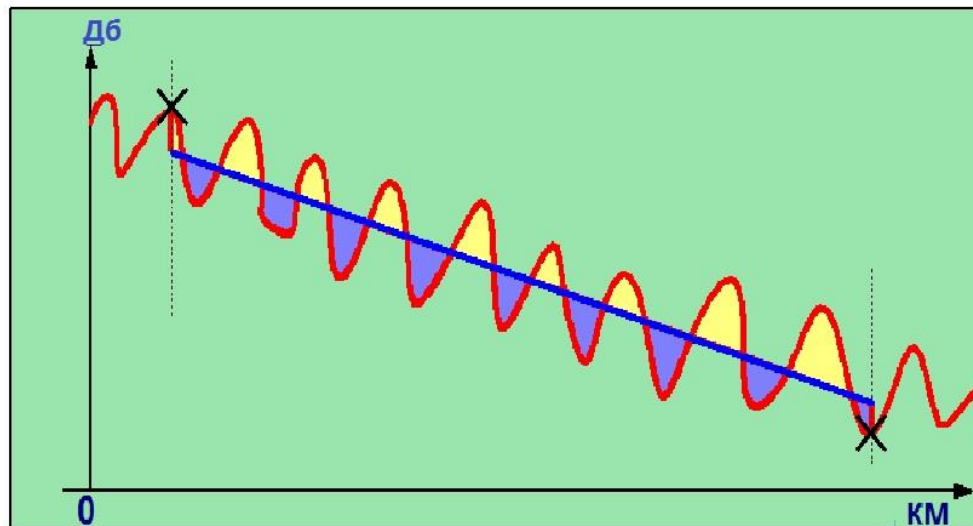
3.8-расм. Оптик толадаги сўнишни ҳисоблаш.

Рефлектметр икки усулда ўлчайди, улар

- 2РА усули – икки нуқта усули, бунда қурилма икки маркерлар орасидаги линия сўнишини рефлектограммада тасвирлайди (3.9а-расм).
- 2LSA усули – кичик майдонлар усули, бунда қурилма маркерлар орасидаги сўнишларни экстракутибланган чизик ёрдамида рефлектограмма ҳосил қилади (3.9б-расм).



а)



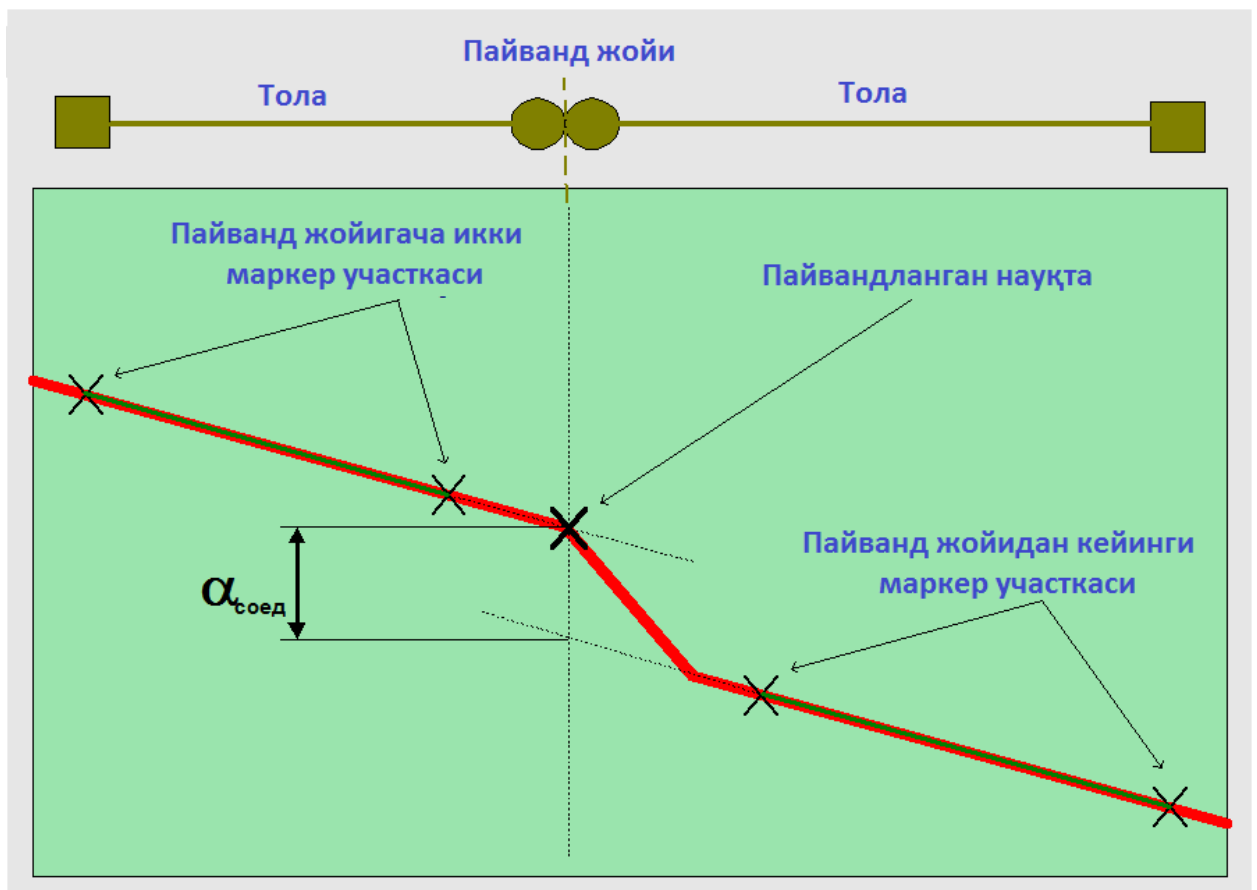
б)

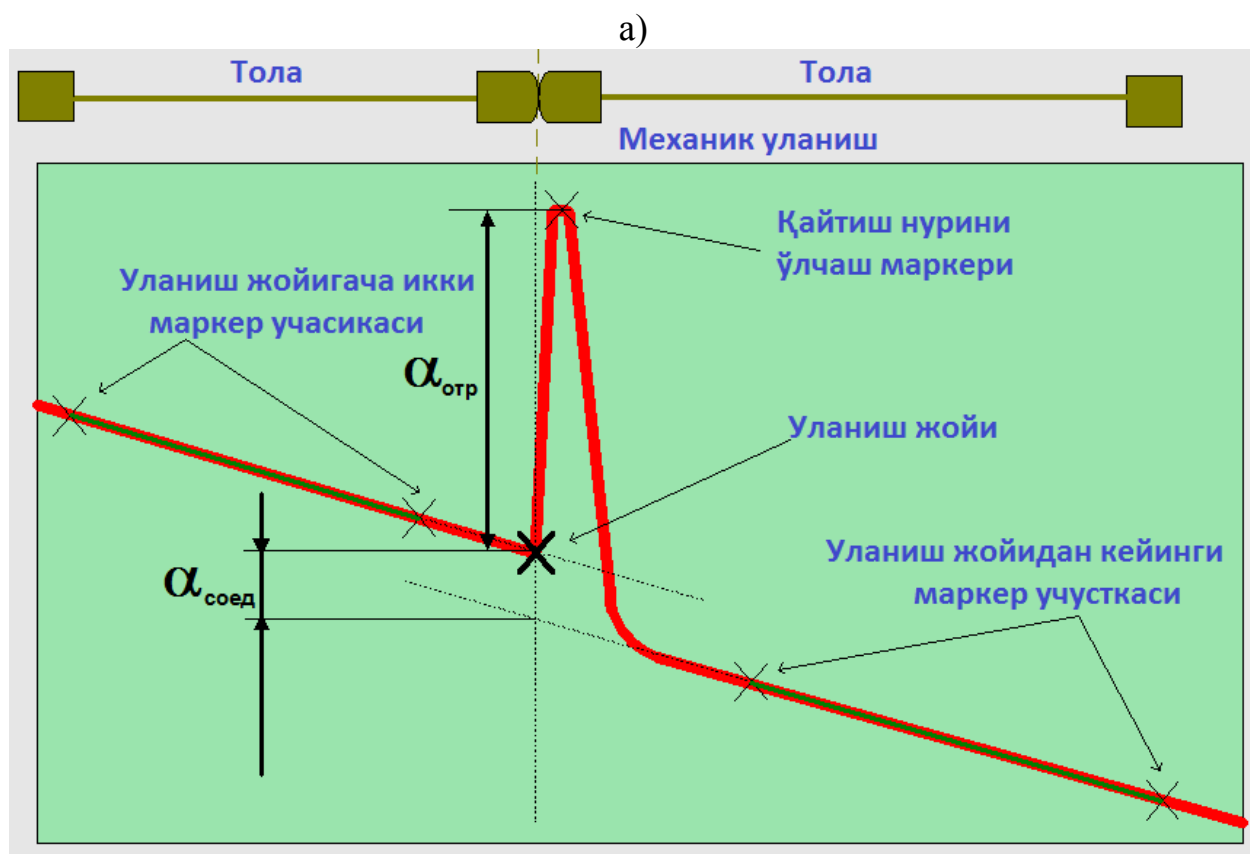
3.9-расм. Ўлчаш усуллари.

Оптик рефлектометр оптик толадаги сўниш ва йўқотишларни икки кўринишда ифодалайди.

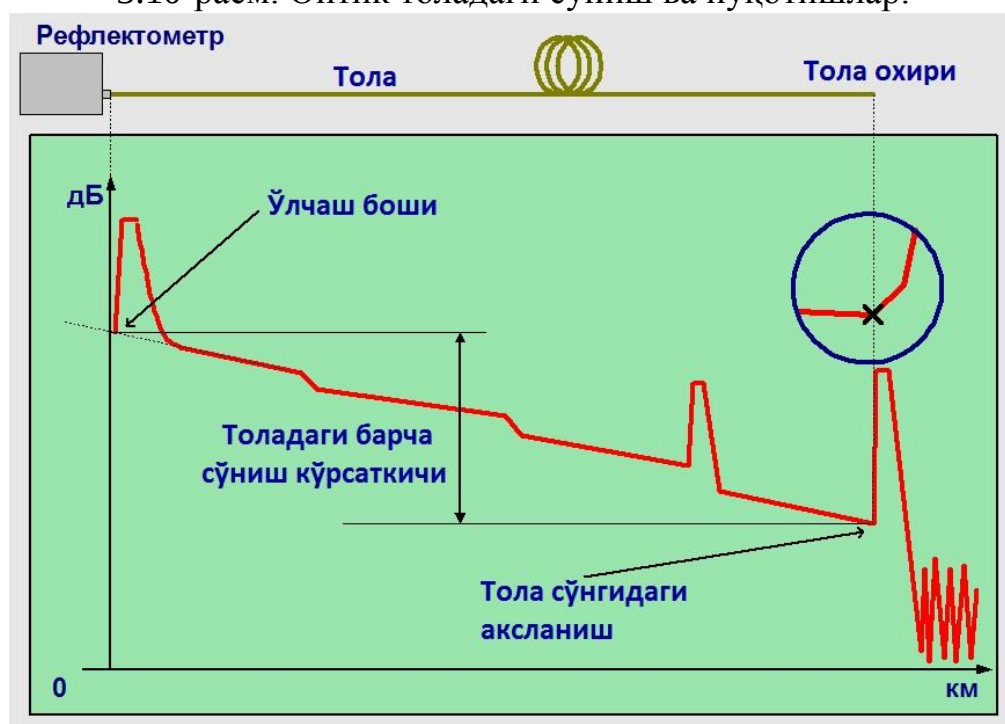
А) пайванд жойидаги сўнишлар (3.10а-расм);

Б) механик уланиш жойидаги сўнишлар (3.10б-расм);

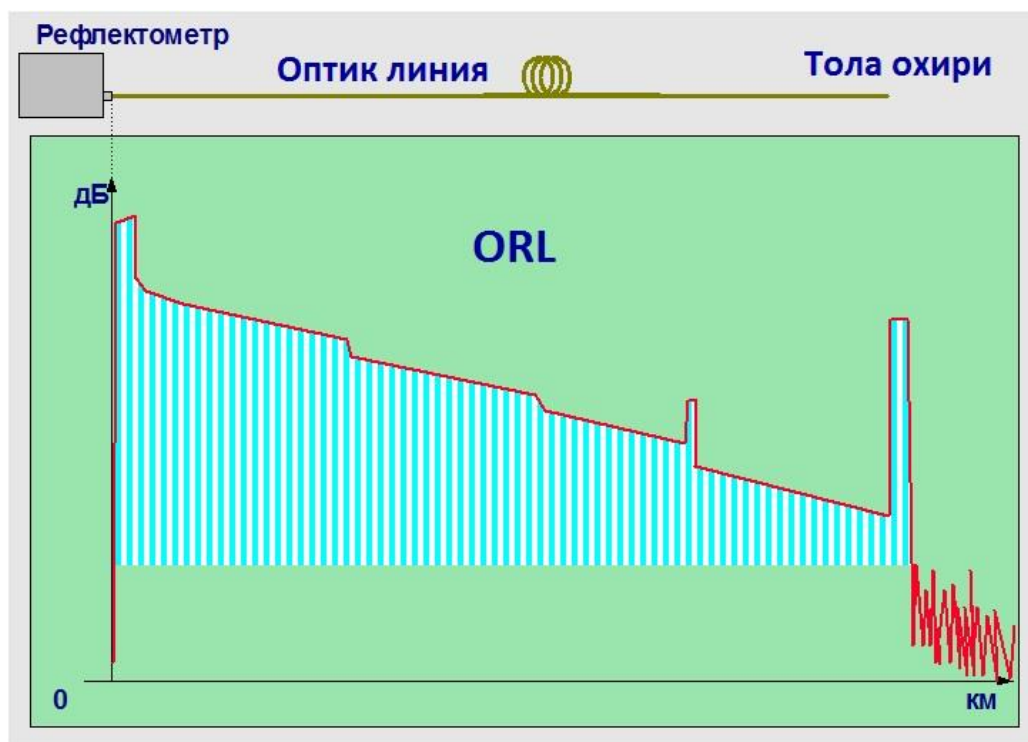




б)
3.10-расм. Оптик толадаги сўниш ва йўқотишлар.



3.11-расм. Оптик линиядаги тўла сўнишлар.



3.12-расм. ORL.

ORL – оптик толадаги френрелели сочилиш ва релейли аксланишларни қабул қилгичга қайтиши билан ифодаловчи оптик қувватлар йиғиндисидир ва у қуйдагича аниқланади:

$$ORL = -10 \log(P_{акс} / P_{сигнал}) \quad (3.2)$$

Ҳаёт фаолияти ва хавфсизлиги

Меҳнат муҳофазаси

Юқори частотали электромагнит тебранишларнинг инсон организмга таъсири.

Электромагнит тўлқин турли частоталарда, алоқа қурилмаларида кенг қўлланилади. Радиотехник қурилмаларда антеннага генераторлар, антенна қурилмалари, юқори частотали трансформаторлар, фидер трактлар, материалларни термик ишлов териш қурилмаларида – электромагнитлар, конденсаторлар электромагнит нурланиш манбаи саналади. Кўрсатилган қурилмалар ишида уларни ўраб турган фазода электромагнит майдонлар пайдо бўлади. Электромагнит майдонлар фойдали ҳаракати билан бир қаторда инсон танасига кириб, унга ноқулай, салбий таъсир кўрсатиши ва касбий касалликларга сабаб бўлиши мумкин. Улар асаб, эндокринологик ва юрак-қон томирлари тизими касалланишини чақириши мумкин, инсонда қон босими пасаяди, пульси секинлашади, рефлекслар тормозланади, қон таркиби ўгаради. Электромагнит майдонлар таъсири организмга иссиқ иқлим таъсирида ўз аксини бериши мумкин. Инсон танаси томонидан ичга ютилган электромагнит майдонлар қуввати танани ва айрим органларни қизишини юзага келтириб, касалликларга олиб келиши мумкин. Тананинг 10°C дан зиёд исиб кетишига йўл қуйиб бўлмайди.

Айниқса, мия, кўз, ичак, буйрак ва уруғдонлар электромагнит майдонларга таъсири йўналади. Электромагнит майдонларининг таъсири субъектив пайдо бўлиши жуда толиқиш, бош оғрик, жиззакиликда, серуйқулик, нафас сиқиши, кўриш қобилятининг ёмонлашуви, тана хароратининг кўтарилишида ўз аксини топади.

Электромагнит майдонларининг инсон организмга таъсири электр ва магнит майдонларининг кучланиши, энергия оқимининг интенсивлиги, тебраниш частотаси, нурланишнинг тананинг маълум юзасида тўпланиши ва инсон организмнинг шахсий хусусиятларига боғлиқ бўлади.

Электромагнит майдонларининг инсон организмига таъсир кўрсатишининг асосий сабаби шуки, инсон танаси таркибидаги атом ва молекулалар бу майдон таъсирида мусбат ва манфий қутбларга бўлина бошлайди. Қутбланган молекулалар электромагнит майдони тарқалаётган йўналишга қараб ҳаракатлана бошлайди.

Қон, хужайра ва хужайралар оралиғидаги суюқликлар таркибида ташқи майдон таъсиридан ионлашган тоқлар ҳосил қилади. Ўзгарувчан электр майдони инсон танаси хужайраларини ўзгарувчан диэлектрик қутбланиш, шунингдек ўтказувчи тоқлар ҳосил бўлиши ҳисобига қиздиради. Иссиқлик таъсири электромагнит майдонларининг энергия ютиши ҳисобига бўлади. Энергия ютилиши биологик хужайраларга махсус таъсир кўрсатиши билан кечади, бу таъсир инсон ички органлари ва хужайраларидаги нозик электр потенциаллари ишини бузиш ва суюқлик айланиш функцияларининг ўзгариши ҳисобига бўлади. Ўзгарувчан магнит майдони атом ва молекулаларнинг магнит қутблари йўналишларининг ўзгаришига олиб келади. Бу таъсир инсон организмига зарари жиҳатидан кучсиз бўлсада, лекин умуман организм учун бефарқ деб бўлмайди.

Электромагнит майдонлар таъсирида зарарланиш даражаси нурланиш суръати, ҳаракат частотаси даврига боғлиқ. Майдоннинг кучланиши қанча кўп бўлса ва унинг таъсир даври давомли бўлса, организмга кўрсатувчи таъсири шунча юқори бўлади.

Тебраниш частотасининг ортиши тана ўтказувчанлигини ва энергия ютиш нисбатини оширади, аммо кириб бориш чуқурлигини камайтиради. Узунлиги 10 см дан қисқа бўлган тўлқинларнинг асосий қисми тери хужайраларида ютилиши тажрибаларда тасдиқланган. 10—30 см диапазондаги нурланишлар тери хужайраларида кам ютилади (30—40 %) ва асосан уларнинг ютилиши инсоннинг ички органларига тўғри келади. Бундай нурланишлар ниҳоятда хавфли ҳисобланади.

Организмда ҳосил бўлган ортиқча иссиқлик маълум чегарагача инсон организмнинг терморегуляцияси ҳисобига йўқотилиши мумкин. Иссиқлик

чегараси деб аталувчи маълум миқдордан бошлаб ($I > 10 \text{ мВт/см}^2$), инсон организмида ҳосил бўлаётган иссиқликни чиқариб ташлаш имкониятига эга бўлмай қолади ва тана ҳарорати кўтарилади, бу эса, ўз навбатида, организмга катта зарар етказади.

Иссиқлик ютилиши инсон организмнинг сувга сероб қисмларида яхши кечади (қон, мускуллар, ўпка, жигар ва ҳ.к.). Аммо иссиқлик ажралиши қон томирлари суст ривожланган ва терморегуляция таъсири кам бўлган аъзолар учун жуда зарарлидир. Буларга кўз, бош мия, буйрак, овқат ҳазм қилиш органлари, ўт ва сийдик ҳалталари киради. Кўзнинг нурланиши кўз қорачиғининг хиралашишига (катарактага) олиб келади. Одатда кўз қорачиғининг хиралашиши бирданига ривожланмасдан, нурлангандан кейин бир неча кун ёки бир неча ҳафта кейин пайдо бўлади.

Электр токи таъсирига тушган кишига биринчи ёрдам кўрсатиш.

Электр токи таъсирига тушган кишига тиббиёт ходими келгунга қадар кўрсатиладиган ёрдамни икки қисмга бўлиб қаралади:

1) ток таъсиридан қутқариш ва 2) биринчи ёрдам кўрсатиш.

Ток таъсиридан қутқариш ўз навбатида бир неча хил бўлиши мумкин. Энг осон ва қулай усули бу электр қурилмасининг ўша қисмига келаётган токни ўчиришдир.

Агар бунинг иложи бўлмаса (масалан, ўчириш қурилмаси узоқда бўлса), унда ток кучланиши 1000 В дан кўп бўлмаган электр қурилмаларида электр симларини сопи ёғочли бўлган болталар билан кесиш ёки зарарланган кишининг кийими қуруқ бўлса, унинг кийимидан тортиб ток таъсиридан қутқариб қолиш мумкин. Агар электр токинг кучланиши 1000 В дан ортиқ бўлса, унда диэлектрик қўлқоп ва электр изоляцияси мустаҳкам бўлган электр асбобларидан фойдаланиш керак.

Электр таъсирига тушган кишига биринчи ёрдам кўрсатиш унинг ҳолатига қараб белгиланади. Агар таъсирланиш киши ҳушини йўқотмаган бўлса, унинг тинчлигини таъминлаб, врач келишини кутиш ёки тезда даволаш муассасасига олиб бориш зарур.

Агар ток таъсирида хушини йўқотган, аммо нафас олишни ва юрак тизими ишлаётган бўлса, уни қуруқ ва қулай жойга ётқизиш, камари ва ёкасини бўшатиш ва соф ҳаво келиниши таъминлаш зарур. Нашатир спирти хидлатиш, юзига сув пуркаш, танасини ва қўлларини ишқалаш яхши натижа беради.

Агар жароҳатланган кишининг нафас олиши қийинлашса, калтираш ҳолати бўлса, аммо юрак уриш ритми нисбатан яхши бўлса, унда бу кишига сунъий нафас олдириш зарур.

Электр хавфсизлигини таъминлаш.

Саноат корхоналарида ўрнатилган ҳар қандай дастгоҳ, ёрдамчи машина-механизмлар, шкафлар, бошқариш пульталари ҳамда электр двигателлари ва бошқа жиҳозларнинг ҳаммаси, агар уларни ишлатиш учун фойдаланиладиган электр қуввати 42 В дан юқори кучланишга эга бўлса, албатда ерга уланган бўлиши шарт. Бунинг учун ҳар қандай цехларда ерга улаш воситалари қулай, осон ва енгил бажариладиган бўлиши керак. Бу воситалар ерга етарли даражада пухта уланган ёки нолга уланган бўлиши шарт. Бу воситаларда ерга улаш симларини осонгина маҳкамлаш мумкин бўлган винтсимон қурилма ёки қисқич бўлиши керак. Ерга улаш воситалари уланадиган жойлар зангламайдиган, бироқ ток ўтказадиган воситалар билан ишлов берилиши шарт. Ерга улаш воситаларига қотириладиган гайкалар албатта пружинали шайба билан таъминланган бўлиши керак. Ерга улаш воситасига уланиш керак бўлган симларнинг винтлар ёрдамида сиқиб турилиши керак бўлган юзалари ва винт резбасининг катталиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

Дастгоҳ ишлатилганда фойдаланиладиган ТОК кучи, А	Ерга улашда фойдаланиладиган винт резбасининг капалиги, мм	Ерга улаш воситасига сиқиб туриш керак бўлган юза, мм
--	---	--

16 гача	M4	12
10 дан 25 гача	M5	14
25 дан 100 гача	M6	16
100 дан 250 гача	M8	20
250 дан 630 гача	M 10	25
630 дан ортиқ	M12	28

Электр ускуналари бажарадиган ишларда, сарфланадиган қувват ва кучланишларидан қатъи назар, қуйидагича ранглардаги муҳофаза қобиғига эга бўлган симлардан фойдаланилади:

Ўзгармас ва ўзгарувчи кучланишдаги электр тармоғидаги симлар қора (қора кўнғир) рангда; бошқариш, сигнал, ўлчаш учун ёки маҳаллий ёритиш учун фойдаланиладиган ўзгарувчан ток — қизил (тўқсарик, оч қизил) ранг, худди шунинг ўзи доимий ток билан ишласа — кўк (бинафша) рангда; ерга улаш тармоқлари — икки хил рангда — яшил-сарик (асосан яшил). Нолга улашда фойдаланиладиган тармоқлар — ҳаворанг (оқ, кулранг)да.

Сунъий ёритиш нормалари.

Сунъий ёритишнинг санитария нормалари СНиП 11-4-79 билан белгиланган. Бу ҳужжат саноат ва қишлоқ хўжалик корхоналарига тааллуқли бўлиб, ишлаб чиқариш хоналари ва иш бажариш юзаларини, шунингдек турар жой биноларини ёритишнинг талаб этиладиган даражасини белгилайди. Ёритилиш нормалари соҳалараро ва умумий характерга эга. Уларнинг асосида ва ишлаб чиқариш хусусиятларини ҳисобга олиш билан ҳар хил турдаги саноат корхоналари учун соҳа нормалари ишлаб чиқилади.

Санитария нормалари люминисцент ва юқори босимдаги симобли лампалар асосида белгиланади, лекин уларда чўғланма лампалар ишлатиладиган қурилмаларга ҳам талаблар назарда тутилган.

Нормалар ёритилганликнинг талаб қилинган минимал даражаларини кўриш билан ишланадиган иш шароитларига энг кичик объектни фарқлаш, объектнинг контрастлик ва фон даражаси, фоннинг тавсифи (рангсиз, ўртача, қорамтир)га қараб белгиланади. Керакли ёритиш даражаси объект фони қанчалик қорамтир, деталь қанчалик кичкина ва объект контрастлигининг

фондан фарқи кам бўлса, ёритилиш даражаси шунчалик юқори бўлади. Биринчи бешта разряд — кўз билан бажариладиган ишнинг энг юқори аниқликдан кам аниқликкача — ҳам комбинацияли (мураккаб), ҳам умумий тизимдаги ёритишдан фойдаланишдан келиб чиқади. Комбинацияли ёритиш тизимини қўллаганда фақат умумий ёритишга нисбатан талаб этиладиган ёритиш даражаси юқори бўлади. Масалан, энг юқори аниқликда бажариладиган ишда контрастлик кам ва қорамтир фонда комбинацияли ёритиш тизимидан фойдаланганда ёритилганлик даражаси камида 5000 лк, фақат умумий ёритилганлик тизимида эса камида 1500 лк бўлиши керак.

Нормаларда 1-Ув разрядли ишлар учун одатда мураккаб ёритишни қўллаш лозимлиги кўрсатилган. Умумий ёритиш тизимидан фойдаланишга жойлардаги ёритишнинг имконияти бўлмаган ҳоллардагина йўл қўйилади. Бунда умумий ёритиш асосан люминисцент лампалар билан амалга оширилади.

Эвакуация йўллари.

Ҳар бир саноат корхонаси учун мўлжалланган бино лойиҳаланаётганда албатта ёнғин вақтида кишиларни у ердан ўз вақтида чиқариб юбориш имкониятини яратадиган эвакуация йўллари ташкил қилинади. Эвакуация йўллари ҳар қандай саноат корхонаси учун албатта энг камида 2 та бўлиши керак. Ёнғин бўлган тақдирда ишчилар саноат корхонаси хонасидан энг қисқа йўл орқали белгиланган маълум вақт ичида чиқиб кетишлари зарур.

СНиП II-2-80 га асосан саноат корхоналаридан ташқарига чиқиб кетиш йўллари, коридорлари ва қаватлардан тушиш йўллари ҳисоблаб чиқилади.

Эвакуация йўлларининг эни 1 м дан, эшикларнинг эни 0,8, бўйи 2 м дан кам бўлмаслиги керак. Эвакуация йўллари бўлган коридорлар, зинапоялар одамлар сонига қараб ҳисобланади.

Саноат корхоналарини лойиҳалашда одамларни эвакуация қилишга мўлжалланган зинапоялар ва уларни жойлаштириш мўлжалланган катаклар учун маълум тартибда талаблар қўйилади.

Масалан, зинапоя ўрнатилган катакларда тутун тўпланмайдиган бўлиши, яъни тутунни чиқариб юбориш учун ташқи томони очиқ ёки ҳавони чиқариб юборишни таъминловчи техник воситаларга эга бўлиш керак. Ёки зина катаклари ичкари томонда ёнғин чиқиши мумкин бўлган бинодан ажратилган бўлиб, ташқи томондан ёритиладиган бўлиши мумкин. Бутунлай катак билан тўсилмаган зинапоялардан ҳам фойдаланиш имконияти бор, бу зинапоялар ташқи очиқ томонда бўлса, эвакуация имконияти янада ортади. Ҳар хил баландликдаги бинолар учун ёнғинга қарши нарвонлар ўрнатилиши керак. Эвакуация йўлларининг ҳисоби, шу жойдаги барча ишчиларнинг чиқиб кетиши учун керак бўладиган вақтни белгилаш билан амалга оширилади. Бу СНиП II-2-80 асосида, биноларнинг қандай иш бажаришга ва бино конструкцияларининг ўтга чидамлилигини ҳисобга олган ҳолда, вақт чегаралари аниқланади.

Умумий қоидалар.

Санитария қоида ва меоёрлари ҳар хил тармоқларда кенг ишлатиладиган компьютер (КТ) ва ташкилий техника (ТТ)ларда ишловчиларнинг меҳнатини ташкил этиб, қулай меҳнат шароитини яратиб беришга йўналтирилган. Талаб ва қоидаларнинг амалда бажарилиши меҳнат шароитини қулайлаштириб, иш қобилиятини ошириш ва ишловчиларнинг соғлиғини сақлаб қолишга ёрдам беради.

КТ - маълумотларни киритиш (тўплаш), уни ишлаш ва натижани (узатиш)га, ТТ маълумотларнинг нусхасини олишга мўлжалланган.

КТ ва ТТ да ишловчилар ақлий меҳнат қилувчилар тоифасига киради. КТ да ишлайдиганларга қуйидагилар киради: математик-программаловчи, бошқарувчилар, муҳандис-электрончилар, техник созловчилар, режалаштириш ва ҳисоб-китоб операциялари (ҳисоб-китобчилар, иқтисодчилар) билан банд бўлганлар. КТ билан ишлайдиганлар ишлаб чиқариш муҳитини зарарли ва хавфли омиллари ҳамда меҳнат жараёни таъсирига учраши мумкин:

- электромагнит майдони — ЭММ (радиочастота, паст қувватли рентген нурланиши, ултрабинафша ва инфрақизил нурланиш);
 - электростатик майдонларининг кучланганлиги;
 - ҳавонинг ионизацияланиши;
- кимёвий омил, озон, лазерли принтерлар ишлатилганда тенер бўёқ моддасининг чанги;
- метеорологик омил: жой иқлимининг ўзига хослиги, йил фасли, вентиляция ҳамда иситиш тизими ва бошқалар;
 - механик ва электр қурилмаларида ишлаганда ҳосил бўладиган шовқин;
- электр токидан жароҳатланиш хавфи; раҳий ҳиссиётлар зўриқишининг ортиб кетиши; кўриш анализаторининг зўриқиши;
- бармоқлар ва панжанинг мускули ҳамкорлигида тез суръатда бажариладиган бир хил чэгараланган ҳаракат;
- тананинг мажбурий, бир хил ишчи ҳолатда туриши, гипокенезия.
- ТТ лар билан ишлашда ҳавонинг ионлашуви, электромагнит майдонларининг кучланганлиги, озон, бўёқ моддаларининг чанги, мажбурий ишчи ҳолат зарарли ва хавфли омиллар ҳисобланади.

Техниканинг вазифаси ва касбга қараб, меҳнат тартиби ишнинг алоҳидалигини инобатга олган ҳолда ҳар хил бўлиши мумкин (бир ёки икки сменали ва сутка мобайнида). Бир смена давомийлиги 6 соат, 36 соатлик ҳафталик смена мобайнида овқатланиш учун танаффус 40 дақиқадан кам бўлмаслиги керак. Смена мобайнида микротанаффуслар киритиш лозим, улар иш вақтига киритилади.

Меҳнат шароити ва меҳнат тартиби, ақлий меҳнатнинг зўриқиши ва бошқа юкланишлар КТ ва ТТ да ишлайдиганларнинг марказий асаб тизими функционал ҳолатининг ўзгаришига, таянч-ҳаракат аппарати ва қўл панжаларининг ўта зўриқишига олиб келиши мумкин. Гипокинезия ва ишнинг бир хиллиги ишчининг умумий толиқишини (иш қобилятининг пасайиши) вужудга келтиради. Бундан

ташқари, дисплей экрани олдида узоқ вақт бўлиш кўриш анализаторининг зўриқишига ҳамда толиқиш ва кўриш қобилятининг сусайишига олиб келади. Ишчиларда тез-тез асабийлашиш, уйқунинг бузилиши, чарчоқ, кўз, бел, бўйин атрофи, кўл ва бошқа аозоларда оғриқлар пайдо бўлиши мумкин.

ЭХМ ва блшқа ташкилий техника қурилмаларини режалаштириш, жойлаштириш ва ишлатишга қўйиладиган талаблар.

КТ ва ТТ ни ишлатишга мўлжалланган корхона ва ташкилотларнинг маъмурий ва маиший бинолари ҚМ ва Қ, шунингдек, қуйидаги қоидаларни ҳисобга олган ҳолда лойиҳаланади.

КТ ва ТТ ишлатиладиган лабораториялар, бўлимлар, цехлар, участкалар алоҳида хоналарда жойланмоғи лозим. Сменада ишлайдиган ишчиларнинг кўплигини ҳисобга олган ҳолда хонанинг юзаси бир киши ҳисобига $6,0 \text{ м}^2$, ҳажми $20,0 \text{ м}^3$ дан кам бўлмаслиги керак.

Юқорида қайд қилинган хоналарни ертўлаларда жойлаштиришга йўл қўйилмайди. Хоналарни жойлаштиришда бажарилаётган ишларнинг бир хиллигига эътибор бериш, ишчиларнинг меҳнат шароитини яхшилаш мақсадида хоналарга видеомониторлар ўрнатиш лозим. Нусха кўчириш қурилмалари ва дисклар узоқ муддат сақланадиган хоналар химояланган бўлмоғи керак.

КТ ва ТТ нинг конструктив ва технологик хусусиятларини инобатга олган ҳолда иш ва ўтиш жойлари қуйидаги ўлчамларда бўлмоғи лозим:

Икки қаторли жойлаштиришда олд томондаги пулт ва қурилма бошқарув панели ораси $1,2 \text{ м}$ дан кам бўлмаслиги; Орқа ва ён томонида олинадиган панел ва бошқа қурилмаларига эга бўлган КТ га хизмат кўрсатиш оралиғи $0,8 \text{ м}$ дан кам бўлмаслиги; дисплейларга эга бўлган ишчи ўринлари орасидаги масофа $1,5 \text{ м}$ дан кам бўлмаслиги; КТ бир қаторлама жойлаштирилганда девор орасидаги масофа $1,5 \text{ м}$ дан кам бўлмаслиги шарт.

Янги ишга топширилаётган корхоналарнинг КТ ва ТТ ўрнатилган бўлимлари, цех, лабораториялари, участкалари иш бошлашдан олдин махсус

комиссия томонидан СанҚ ва М № 0007-94 талаблари ва амалдаги қоидалар ҳисобга олинган ҳолда қабул қилиниши лозим.

Комиссия объектнинг ишга қабул қилинганлиги тўғрисида ишни бошлашга рухсат берувчи ҳужжат далолатнома тузади. Далолатноманинг бир нусхаси СЭС га берилади, иккинчиси шу объектда қолади.

КТ ва ТТ лар билан иш бажариладиган хоналарда қулай иш шароити яратилган бўлиши лозим. Зарарли ва хавфли омилларнинг мақбул даражаси санитария меъёри қоидалари ва Ўзбекистон Республикасининг гигиеник нормативларига мувофиқ келиши шарт.

КТ ва ТТ ларда иш бошлашдан олдин хоналарда меҳнат шароитини ташкил этиш ва назорат қилиш ҳамда жавобгар шахс тайинланиши лозим.

КТ ва ТТ ларда ишловчиларнинг меҳнат шароити бўйича зарарланиш ва хавфлилиги даражасини баҳолаш иш жойларини баҳоланиш (аттестация) маълумотларига асосан, яъни хўжалик раҳбарининг буйруғи асосида тузилган комиссия берган маълумотларга қараб олиб борилади.

Хоналарда ишчи ўринларини ташкил этиш.

КТ ва ТТ ишлари олиб бориладиган хоналарда ишчи ўринларининг ташкил этилиши СанҚ ва М №001-94 га асосланган ҳолда олиб борилиши керак. Ишчи мебелининг конструкцияси ишчининг бўйи ва гавдасига мос бўлиши лозим. Тез-тез ишлатиб туриладиган меҳнат предметлари ва бошқариш органлари ишчи учун қулай бўлиши керак.

Иш столининг баландлиги 580—760 мм оралиғида сақланиши лозим, агар бунга имкон бўлмаса, столнинг баландлиги 720 мм бўлиши керак; стол устининг энг қулай ишчи ўлчами 1600х900 мм ҳисобланади. Иш столининг тагида баландлиги бўйича 600 мм, эни бўйича 500 мм ва чуқурлиги бўйича 650 мм дан кам бўлмаган оёқ ҳаракати учун эркин бўшлиқ бўлиши керак. Иш столининг устида ҳужжатларни жойлаштиришга махсусжой мўлжалланмоғи керак, кўз билан лининг оралиғи, кўздан клавиатурагача бўлган масофадек бўлиши лозим, бу кўришдаги толиқишни анча камайтиради.

Иш стули (кресло) кўтариладиган - буриладиган, ўтириладиган ва суяниладиган қисми баландлиги бўйича созланиши, шунингдек, унинг контруксияси суянчиқ бурилиш бурчагининг ўзгаришини таъминловчи мослама билан жиҳозланган бўлиши керак. Кресло тирсак қўйгичга эга бўлиши, ҳар бир параметрлари енгил созланиши ва мустақил бўлмоғи лозим.

Ўтириладиган қисм юзасининг баландлиги 400—500 мм оралиғида сақланиши, эни 400 мм, чуқурлиги 380 мм дан кам бўлмаслиги лозим. Унинг горизонтал текисликдаги эгилиши 400 мм Суянчиқнинг қиялик бурчаги ўтириладиган қисм текислигига нисбатан 90—110° оралиғида ўзгариши керак. Иш стулининг устки қисмидаги қоплама материали кирланишдан осон тозаланиши, ярим юмшоқ, сирпанмайдиган, электролизатцияланмайдиган ва қопламаси ҳаво ўтказувчан бўлиши мақсадга мувофиқ.

Ишчи ўринда оёқ учун таглик инобатга олиниши лозим. Унинг узунлиги 400 мм, эни 350 мм ни ташкил этиши керак. Тагликнинг баландлиги 0—150 мм ва қиялик бурчаги 0—20° оралиғида бўлиши, юзаси тарам-тарам қопламали бўлиши керак.

Ёнгин хавфи бўйича хоналарнинг тоифаланиши.

П-I- чакнаш ҳарорати 450 дан юқори бўлган ёнувчи суюқликлар ишлатиладиган ёки сақланадиган хоналар. Бу ерда пайдо буладиган хавф, чанг ёки толанининг физик хоссаларига биноан ёки иш шароитида улар концентрациясининг портлаш хавфи туғдириш даражасида етарли бўлмаслиги ёнгин (портлаш билан эмас) билан чегараланади.

П-II- хавода учиб юриш ҳолатидан ўтадиган ёнувчи (портловчи эмас) чанг ёки толадан ажралиб чикадиган хоналар.

П-IIа юқоридаги П-II синфига хос хусусиятлардан мустасно бўлган қаттиқ ёки толали ёнувчи моддалар сақланидаган ёки ишлатиладиган ишлаб чиқариш ва омбор хоналари.

П-III буғларнинг чакнаш ҳарорати 450 дан юқори бўлган ёнувчи суюқликлар ҳамда ёнувчи қаттиқ моддалар ишлатиладиган ёки сақланадиган ташқи ускуналар.

Шовқинни пасайтириш ҳисоби.

Тикув цехидаги технологик дастгоҳдан чиқаётган шовқин пасайишини ҳисобланг. Шовқинни пасайтиришда, зарурий чораларни режалаштириш.

1.Цехдаги шовқин йиқиндиси:

$$L_{\phi} = L_1 + 10 \lg n, \text{ дБ.}$$

L_1 - бир манбаадан чиқаётган шовқин даражаси, дБ;

n - шовқин манбааларининг сони

Октава даражасининг ўртача геометрик частотасида яъни

$$125 \text{ Гц} - L_1 = 94 \text{ дБ,}$$

$$250 \text{ Гц} - L_1 = 93 \text{ дБ}$$

2.Шовқин даражасини пасайишини аниқлаш

$$\Delta L = L_{\phi} - L_d, \text{ дБ.}$$

L_{ϕ} - шовқиннинг ҳақиқий даражаси. дБ

L_d - шовқиннинг йул қўйилиш даражаси. дБ

Октава даражасининг ўртача геометрик частотасида яъни

$$125 \text{ Гц} L_d = 92 \text{ дБ,}$$

$$250 \text{ Гц} L_d = 86 \text{ дБ.}$$

3.Цехда шовқин ютилишини таъминлаш учун, цех деворлари ғоввакли штукатурка (сувоқ). деворида бўлиши қатламларини ҳосил қилиш йўллари ишлатилади. Цехда шовқин даражасини пасайтириш учун шовқин ютгич девор прокладкасини танлаймиз. АГП плиталари улар гипсдан тайёрланган бўлиб, ичи минерал пахта билан тўлдирилган, унинг товуш ютиш коэффиценти - 0,09; цех шиф (потолок) эса минерал пахта плиталари билан бирга шишатола ишлатилади, унинг товуш ютиш коэффиценти - 0,188.

4.Цехда товуш даражасининг пасайиши

$$\Delta L = 10 \lg \frac{\sum \alpha_2 \cdot S_2}{\sum \alpha_1 \cdot S_1} = 10 \lg \frac{0.09 (h_1 \cdot l \cdot 2 + h_1 \cdot b \cdot 2) + 0.188 (l \cdot b)}{0.03 ((h_1 - h_2) l \cdot 2 + (h_1 - h_2) + 0.0013 (h_2 \cdot l \cdot 2))}$$

$\sum \alpha_2 \cdot S_2$ - Қурилманинг овоз ютиш таъмиридан сўнг хонадаги овоз ютиш суммаси (йиғиндиси)

$\sum \alpha_1 \cdot S_1$ - Қурилманинг овоз ютиш таъмиригача ҳонадаги овоз ютиш суммаси (йиғиндиси)

α_1, α_2 - панеллар ва шифтнинг девордаги овоз ютиш коэффиценти $\alpha_1=0,03, 0,02, 0,0015$. S_1, S_2 - девор, панеллар ва шифтнинг майдони

$$h_1 = 9 \text{ м}$$

$$h_2 = 5 \text{ м}$$

$$l = 50 \text{ м}$$

$$b = 10 \text{ м}$$

Шунга кўра,

$$\Delta L = 10 \lg \frac{\sum \alpha_2 \cdot S_2}{\sum \alpha_1 \cdot S_1} = 10 \lg \frac{0.09 (h_1 \cdot l \cdot 2 + h_1 \cdot b \cdot 2) + 0.188 (l \cdot b)}{0.03 ((h_1 - h_2) l \cdot 2 + (h_1 - h_2) + 0.0013 (h_2 \cdot l \cdot 2))} =$$

$$= 10 \lg \frac{0.09 (h_1 \cdot l \cdot 2 + h_1 \cdot b \cdot 2) + 0.188 (l \cdot b)}{0.03 ((h_1 - h_2) l \cdot 2 + (h_1 - h_2) + 0.0013 (h_2 \cdot l \cdot 2))} = 10 \lg \frac{191,2}{12,14} = 21,97 \quad \text{дБ}$$

Ишлаб чиқариш ҳонасида а-76 бензини тўкилиб кетган, хаво ва буг концентрациясини ва бензинни қанча вақтда буғланиш вақтини аниқлаш.

Берилганлар:

а) $Q, l = 1.75$ - тўкилган бензинни миқдори, л;

б) $t = 20^\circ \text{C}$ - хона температураси,

в) $r = 270$ - бензин кўлмаги радиуси см;

г) P - ҳонадаги атмосфера босими, $0,1 \text{ МПа}/760 \text{ мм. симоб.уст.}$

д) $V = 27$ - ҳонанинг ҳажми, м^3 .

1. Бензинни буғланиш интенсивлигини аниқлаш.

$$m = 4r \cdot Dt \cdot \frac{M \cdot P_{\text{тўйин}}}{V_0 \cdot P_{\text{атм}}} = 4 \cdot 270 \cdot 0.85 \cdot \frac{96 \cdot 0.14}{22.4 \cdot 0.11} = 918 \cdot \frac{10.56}{3.136} = 918 \cdot 3.36 = 495.72$$

г/с

Dt - бензин буғларининг диффузия коэффиценти, $\text{см}^2/\text{с}$

$M = 96$ бензиннинг молекуляр массаси;

Vt - $t = 20^\circ \text{C}$ бўлганда бензин буғларининг грамм молекуларлар ҳажми;

$P_{атм} - 0,11 \text{ МПа}$ - атмосфера босими

$P_{тўйи} - 0,014 \text{ МПа}$ - бензин бугининг тўйинган босими.

2. Бензин бугларининг диффузия коэффициентини, аниқлаш

$$Dt = D_0((t+T)/T) = 0.08((20+273)/273) = 0.85, \text{ см}^2/\text{с};$$

$D_0 - T = 273, 0,1 \text{ МПа}$ босимда ва температураси $t = 0^\circ\text{C}$ булганда бензин бугларининг диффузия коэффициенти

$$D_0 = 0,8 / \sqrt{M} = 0,8 / \sqrt{96} = 0,8 / 9,79 = 0,08, \text{ см}^2/\text{с}$$

3. Температураси $t = 20^\circ\text{C}$ булганда бензин бугларининг грамм молекулалар хажмини аниқлаш.

$$Vt = (V_0(t+T)) / T = (22,4 (20+273)/273) = 22,4 \cdot 1,073 = 24,04, \text{ см}^3$$

$V_0 = 22,4 \text{ л}$ босимда бензин бугларининг $0,1 \text{ МПа}$ грамм молекулалар хажми

4. Бензин бугланишнинг давомийлигини аниқлаш.

$$j = (100Q \cdot 0,73) / (m \cdot 8600) = (100 \cdot 1,75 \cdot 0,73) / (495,72 \cdot 8600) = 2,99, \text{ соат}$$

0,73 — бензин зичлиги

5. Оғирлик концентрациясини аниқлаш.

$$K_{огир} = (K_{ум} \cdot m \cdot 10) / V_0 = (0,76 \cdot 495,72 \cdot 10) / 22,4 = 168,19 \cdot 10^{-3}, \text{ мг/л}$$

Температураси $t = 20^\circ\text{C}$ булганда бензин бугларининг портлашдаги пастки - $K_{ум} = 0,76$ чегара концентрацияси.

Vt - бензин бугларининг грамм - молекуляр хажми, л.

6. Ҳосил булаётган портлаш ҳавфлилиги концентрациясида ҳаво хажмини аниқлаш.

$$V_{нк} = Q / K_{огир} = 1,75 / 168,19 \cdot 10^{-3} = 10,4, \text{ м}^3$$

Q - тўкилган бензин миқдори, г

7. Ҳонада портлаш ҳавфи бўлган концентрация ҳосил бўлиши вақтини аниқлаш.

$$j_v = (V \cdot 60) / V_{нк} = (27 \cdot 60) / 10,4 = 0,15 \text{ мин.}$$

V - хажмидаги ҳавонинг портлаш ҳавфи булган концентрациясининг вақтини аниқлаш. м³

Хулоса.

Ўзбекистон ахборот ва телекоммуникацион технологиялари кенг ривожланиб бораётган мамлакатлар қаторига киради. Айниқса кейинги йилларда оптик толали алоқа тизими республика ахборот ва телекоммуникация тизимига кенг жорий қилинмоқда. Оптик толали алоқа тизимининг бошқа тизимларга нисбатан афзаллиги, бу уларда катта ахборот сиғимига эга бўлган оптик диапазондаги сигналларни қўлланилиши билан боғлиқ. Бугунги кун ахборот ва телекоммуникация тизимларига қўйиладиган асосий катта талаб, алоқа тизимларини юқори ишончликка эга бўлиши ва кўп муддатга хизмат қилишини таъминлашдан иборатдир.

Оптик толали алоқа линияларини қуришда ва ундан фойдаланаш жараёнида ўлчаш ишлари олиб борилиб, ўлчаш васиталари, яъни рефлектометр ва тестерлардан фойдаланиш жараёнида мутахассис билим ва малакаси юқори даражада бўлиши зарур.

Битирув малакавий ишда оптик толали алоқа линиясини қуриш ва эксплуатация қилиш жараёнида оптик толани ўлчаш усуллари ва воситаларидан олинган натижаларини таҳлил этиш масалалари кўриб чиқилди, жумладан толали оптик алоқа линияларини текшириш-ўлчаш ишларини олиб боровчи қурилмалар ҳақида умумий маълумотлар келтирилди, ушбу асбобларни ишлаш режимлари тадқиқ қилинди. Меҳнат муҳофазаси қисми ёритилди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инкирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. – Т.:Ўзбекистон, 2009. - 56 б.
2. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: 0-75 Учебник для вузов В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов и др.; Под ред. В. Н. Гордиенко и В. В. Крухмалева. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 510 с: ил.
3. Андрэ Жирар. «Руководство по технологии и тестированию систем WDM». М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько. / Общая редакция А.В. Шмалько. 252 с.
4. Оптические системы передачи: Учебник для вузов/Б.В. Скворцов, В.И. Иванов, В.В. Крухмалев и др.; Под ред. В.И. Иванова.-М.: Радио и связь, 1994.
5. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. - 2-е изд., перераб. и доп. / Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. - М.: ООО "Волоконно-оптическая техника", 2005. - 576 с/
6. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно–оптические сети-М.: Эко– Трендз, 2000.
7. ITU-T Rec. G.692 - Optical interfaces for multi-channel systems with optical amplifiers (10.98). Corrigendum 1, 2 (01.00, 06.02)
8. Андрэ Жирар. «Руководство по технологии и тестированию систем WDM». М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько./Общая редакция А.В. Шмалько. 252 с.
9. Бьярие Мюнх. «Как обеспечить качественную передачи речи» ч I. «Сети и системы связи». №3 (53), 2000 г, стр.8-10.
10. Бьярие Мюнх. «Как обеспечить качественную передачи речи» ч II. «Сети и системы связи». №4 ,(54) 2000г, стр. 3-7.
11. Журнал сетевых решений LAN. Олифер Виктор, Олифер Наталья. MPLS на службе VPN. №6, 2002г, стр. 18.
12. Журнал сетевых решений LAN. Рэнди Жанг. «Сетевые услуги нового поколения». №5, 2001г, стр. 16.
13. Виктор и Наталья Олифер «Искусство оптимизации трафика». Журнал сетевых решений LAN, №8, 2002г, №6, стр 21.
14. Ю.В. Жанов. «Технология MPLS в IP сетях». Технология и средства связи. №3, 2001г, стр 32.
15. О.М. Аленов. «Многопротокольная коммутация меток». Вестник связи, №8, 2002г, стр 2-4.
16. «Сеть будущего в Узбекистане». Газета «Хабар», №33, 2004г.
17. Техничко-экономическое предложение по построению корпоративной сети передачи данных и пакетной телефонии государственного комитета Республики Узбекистан по статистике на базе технологии MPLS/VPN сети NGN СП “EAST Telecom”.
18. Ренди Жанг. Сетевые услуги нового поколения. Журнал сетевых решений LAN. №6, 2001г, стр. 32-36.

19. А.В. Коган. IP-телефония: соотношение цены и качества. Технология и средства связи. №3, 2001г, стр. 16.
20. Гауэр Дж. Оптические системы связи: Пер. с англ. –М.:Радио и связь, 1989. -504с.
21. Прохоров Д.В. Атмосферные оптические линии связи. Технологии и средства связи, 2004, №1. с.1-8.
22. Николаев А.Ю. Расчет надежности работы атмосферной оптической линий связи. Информстат – Средства связи, 2001,4(17), с. 26-27.
23. Иваненко О.Н., Прохоров Д.В., Садовников М.А. и др. Атмосферные оптические линии связи. Опыт разработки и эксплуатации аппаратуры. <http://www.gos.ru//>
24. Уймин А.А., Галушко А.С. Атмосферная оптическая линия связи в Екатеринбурге. http://laseritc.ru/files/files/ Atmosph_line_in_Ekat.pdf
25. Компания «DELTA SOLUTIONS INC» (Южная Корея) Лазерная связь – новый экономичный способ беспроводной связи. <http://www.deltasolution.co.kr>.
26. Островский Л.Л.-ЖТФ, 1963, т. 33, с. 905; ЖЭТФ, 1966, т. 51, с. 1189.
27. Whitham G.B.. Proc. Roy. Soc.. 283, 238 (1965); J. Fluid Mech., 27, 399 (1967).
28. Haseganxt A., Brhikman W.F., IEEE J. Quantum Electron., QE-16, 694 (1980).
29. Anderson D.R., Datta S., Gimshor R.L., J. AppL Phys., 54, 5608 (1983).
30. Lamb G.L.. Jr., Elements of Soliton Theory, Wiley, New York, 1980. [Имеется перевод: Лэм Дж.Л. Введение в теорию солитонов. М.; Мир, 1983.]
31. Anderson D., Lisak M., Opt. Lett., 9, 468 (1984).
32. ShuklaP.K., Rasmussen J. J., Opt. Lett., 11, 171 (1986).