**ЛЕКЦИЯ 11. ОПТИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫС КАБЕЛДЕРІНІҢ ЖҰМЫСТАРЫ МЕН ПАРАМЕТРЛЕРІ**

**11.1. Оптикалық кабельдердің классификациясы**

Оптикалық кабель – жалпы алғанда оптикалық талшықты құрайтын күрделі көп құрамды құрылым, оның мақсаты біріншіден оптикалық талшықты өндіру, тасымалдау, орнату және пайдалану кезінде пайда болатын механикалық кернеулерден қорғау болып табылады. Екіншіден, 25 ... 30 жылға жетуі мүмкін ОК бүкіл қызмет ету мерзімі ішінде OT берудің тұрақты параметрлерін сақтау. Сонымен қатар, дизайн орнатудың қарапайымдылығын және ОК-тің төмен құнын қамтамасыз етуі керек.

Қолданыстағы ОК мақсатына қарай келесі топтарға бөлінеді:

* магистраль,
* аймақтық (аймақішілік),
* қала,
* объектішілік (жергілікті),
* монтаждау,
* өріс.

Магистральдық және аймақтық ОК қазіргі заманғы ақпараттың барлық түрлерін ұзақ қашықтыққа жіберуге арналған. Сондықтан олардың әлсіреуі мен дисперсиясы төмен болуы керек (өткізу қабілеті жоғары).

Қалалық ОК РАТС пен байланыс орталықтары арасындағы байланыстырушы желілер ретінде пайдаланылады. Олар ақпаратты қысқа қашықтыққа (5..15 км) аралық релелік құрылғыларсыз және салыстырмалы түрде аз арналармен беруге арналған.

Объекті ішілік (локальді) кабельдер кәсіпорындар мен қозғалатын объектілер ішінде және жергілікті желілерде әртүрлі ақпаратты беру үшін, ал құрастыру кабельдері компьютерлер мен жабдықтарды ішкі және блок аралық орнату үшін қолданылады. Оларда, әдетте, тар жолақты оптикалық талшықтардың үлкен саны бар.

Далалық ОК электр және оптикалық кабель желілеріндегі апаттар кезіндегі жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарына, сондай-ақ тактикалық әскери мақсаттағы жасырын байланыстарға арналған.

Төсеу және пайдалану шарттарына байланысты ОК келесі топтарға бөлінеді:

* жер асты,
* кабельдік каналдарға, коллекторларға және құбырларға төсеу үшін,
* су асты,
* ілулі,
* ішкі (станция).

Жер асты ОК барлық санаттағы топырақтарда, таяз батпақтар мен кеме жүрмейтін өзендер арқылы төселеді.

Екінші топтағы кабельдер кабельдік арналарда, құбырларда, блоктарда, коллекторларда, шахталарда және көпірлерде төсеуге арналған.

Сүңгуір қайықтар теңіз жолдарында, сондай-ақ олардан жоғары механикалық беріктік қажет болатын терең су қоймалары арқылы төсеу үшін қолданылады.

Аспалы ОК электр беру желілерінің жердегі сымына және фазалық сымына, электрлендірілген темір жолдардың түйіспелі торабына төсеу үшін, сондай-ақ қалалық жерлерде бір ғимараттан екіншісіне өтуді ұйымдастыру үшін және әуе байланыс желілерінің тіректеріне төсеу және арнайы ауылдық жерлердегі сөрелер.

Ішкі (станция) ОК ғимараттардың ішіне және қозғалатын объектілерге төсеуге арналған.

**11.2. Оптикалық кабельдердің құрылыс элементтері**

Жаппай шығарылатын ОК-де бірмодалы және көпмодалы оптикалық талшықтар қолданылады. Олар үшін кварц көзілдіріктер кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, көпмодалы сатылы ОК кварц өзегі мен полимерлі қаптамаға ие болуы мүмкін немесе толығымен полимерлі материалдардан немесе көп компонентті шынылардан жасалуы мүмкін.

OK дизайн элементтерін келесі топтарға бөлуге болады:

* OК қорғаныс жабыны,
* беріктік (бекіту) элементтері,
* бөлу (демпферлік) қабаттар,
* сыртқы қорғаныс қабықтары,
* сауыт қақпақтары,
* гидрофобты толтырғыштар.

**11.2.1. Қорғаныс жабыны.**

Кварц шынысының теориялық созылу беріктігі өте жоғары (6000 н/мм2-ден астам), ал жұқа талшықтар үшін одан да көп. Бірақ іс жүзінде OК беріктігі әртүрлі ақаулар мен ішкі кернеулерге байланысты. ОT-ты сыртқы әсерлерден қорғау үшін оның қабығына қорғаныш жабын (негізгі және қайталама) жағылады.

Бастапқы жабын микрожарықтардың пайда болуына және дамуына жол бермейді. Ол әдетте акрилден жасалған және талшықтарды анықтау үшін боялған. Бастапқы қапталған талшықтың диаметрі әдетте 245±10 мкм құрайды. Ылғал мен сутегіден ерекше қорғаныс қабықшаға жұқа металл немесе көміртекті қабатын қолдану арқылы қол жеткізіледі. Бұл герметикалық тығыздалған және ескіруге төзімді ОК әдетте терең теңіз суасты қайықтарында қолданылады.

Серпімділігі жоғары полимердің (полиэтилен, нейлон) қайталама жабыны OT-тың бастапқы жабынына жағылады және OT-ты иілу, қысу және созу күштерінен қорғауға арналған. Екінші жабынның сыртқы диаметрі 0,8...1,0 мм.

Бастапқы қорғаныс жабыны оптикалық талшықтар ОК-де тығыз оралған кезде, сәулелену режимдерінен туындаған өзара кедергілерді жоюы керек. Ол үшін жұмыс толқын ұзындығында (1 дБ/мкм) жоғары сіңіру қабілеті бар акрил немесе силикон шайыры қолайлы. Ағып кету режимдерінің таралуын болдырмау үшін бұл материалдың OК қаптамасынан сәл жоғары сыну көрсеткіші болғаны жөн.

**11.2.2. ОК өзегі**

Қазіргі заманғы OК конструкцияларының барлық алуан түрлілігімен кабель өзектерін оптикалық талшықтың орналасуына байланысты екі топқа бөлуге болады: тығыз және бос. Тығыз топ өзектерінің мысалдары 13.1-суретте көрсетілген. Қабатты құрылымда (13.1, а-сурет) бастапқы және қайталама қорғаныс жабындарындағы OК орталық беріктік элементінің айналасында концентрлі түрде бұралған. Оптикалық талшықтардың көп санымен кабельде бірнеше қабат болуы мүмкін немесе бір қабатта бір оптикалық талшықтардың орнына жалпы құбырлы екінші жабындағы бастапқы жабындардағы бірнеше оптикалық талшықтардан құралған модульдер пайдаланылуы мүмкін.



13.1-сурет.Тығыз конструкцияның өзектерінің түрлері: 1 - бастапқы және қайталама жабындарда OT; 2 - қуат элементі; 3 - бастапқы жабындағы Ок; 4 - қайталама таспа жабыны; 5 - пластикалық таспа

Таспалы құрылымда (13.1, б-сурет) бастапқы қорғаныш жабындарындағы ОК бір қатарда немесе жалпы екіншілік таспа жабынында немесе жиектермен қосылған екі пластик таспаның арасындағы жабысқақ толтырғышта орналасқан. Мұндай таспалы модульде 2..24 ОВ болуы мүмкін.

OK өзегі таспа модульдерінің дестесінен (таспа матрицасы) тұрады.

Еркін дизайн өзектері (13.2-сурет) құбырлы (модульдік) және профильді болып бөлінеді. Бірінші жағдайда (13.2, а-сурет) бастапқы жабындардағы бір немесе бірнеше OТ екінші жабын ретінде әрекет ететін полимерлі түтіктерге еркін орналастырылады. Түтіктердің диаметрі 2..3 мм. Осылайша қалыптасқан модульдер орталық беріктік элементінің айналасында спираль түрінде бұралған.



13.2-сурет.Еркін конструкцияның өзектерінің түрлері: 1 - ОБ; 2 - полимерлі түтік;3 - қуат элементі; 4 - тірек пластикалық штанга

Профиль өзегі (13.2, б-сурет) спираль түрінде орналасқан төртбұрышты немесе V-тәрізді ойықтары (ойықтары) бар пластикалық штангадан тұрады. Ойықтарда бір немесе бірнеше OК бастапқы жабындарға еркін орналастырылуы мүмкін. Қуат элементі штанганың осі бойымен орналастырылған.

Тығыз өзек конструкциялары салыстырмалы түрде қарапайым өндіріс технологиясымен және көлденең қиманың жоғары деңгейімен сипатталады, яғни, шағын өлшемдер. Бірақ ОК өлшемдерінің механикалық және температуралық өзгерістері ОТ-та механикалық кернеулерді тудырады және микрожарықшалардың пайда болуына әкеледі. Мұның салдары қосымша (кабельдік) жоғалтулардың айтарлықтай өсуі, оптикалық параметрлердің уақыт бойынша өзгеруі және оптикалық талшықтың үзілуі.

Еркін конструкциялар көрсетілген кемшіліктерден босатылады: ОК шектелген созылу немесе иілу кезінде үзілу кезінде бойлық әсерлерден қорғалған. Бұл ОК сенімділігін арттырады және қосымша шығындар деңгейін айтарлықтай төмендетеді. Профильді құрылымдарды өндіру өте қиын, бұл олардың құнын айтарлықтай арттырады. Сонымен қатар, олардың модульдік ядроларға қарағанда айтарлықтай артықшылығы жоқ. Сондықтан соңғы жылдары профильді ядролары бар ОК-ға қызығушылық аз болды. Бұған модульдік өзектері бар OK-ға қарағанда, оларды кесу технологиясы, мысалы, ғимараттың ұзындығын біріктіру кезінде күрделірек болатындығы көмектесті.

Қарастырылған негізгі конструкциялар OТ көп мөлшері бар ОК-терді жасау үшін негіз болады. Мысалы, таспа тәрізді OК-да бірнеше жүздеген ОВ болуы мүмкін. 2-, 3-, 7- және 21-профильді өзектері бар ОК-лар кеңінен қолданылады, оларда RH саны 210-ға жетеді. ОК-ның өнеркәсіптік өндірісі игерілді, онда таспа конструкциясының технологиялық артықшылықтары мен бос сенімділігі жоғары. төсеу қолданылады. Олардың ішінде тірек пластмасса өзегі бар ОК конструкциясы жиі кездеседі, оның ойықтарында таспа матрицалары төселеді (13.3-сурет). Бұл талшықты таспалардың өте жоғары орау тығыздығын алуға мүмкіндік береді және оптикалық талшықтардың қарапайымдылығымен және жақсы қорғанысымен сипатталады.



13.3-сурет. Бөлімдегі құрама конструкцияның өзегінің көрінісі: 1 - таспа матрицасы; 2 - тіреуіш пластикалық штанга; 3 - қуат элементі

**11.2.3. Күштік (бекіту) элементтері**

ОК конструкциясы ОК-ны шамадан тыс механикалық кернеулерден қорғауды қамтамасыз етуі керек: механикалық кернеулер ОК-ға емес, кабельдің күштік (арматуралық) элементтеріне, ОК ұзартылуын шектейтін (0,1 ... 1%), қажетті иілу радиустарын қамтамасыз ету және механикалық радиалды әсерлер кезінде OK кедергісін арттыру.

Спиральды, құбырлы және профильді құрылымдарда жүк көтергіш элементтер кабельдің орталық осі бойымен орналастырылады. Құрылымдық жағынан олар металл және синтетикалық материалдардан жасалған жұқа талшықтардың өзектері немесе бумалары түрінде жасалуы мүмкін. Металл элементтер үшін әдетте мырышталған немесе мыс жалатылған болат сым қолданылады. Металл емес қуат элементтері көбінесе беріктігі жоғары пластмассалардан (Кевлар, Терлон, Тварон) жасалады. Олар қымбатырақ болаттан жасалған, бірақ жоғары беріктік OK және төмен салмақты қамтамасыз етеді. Қажет болса, кабельдің өзегі мен қабықшасы арасында қосымша қуат (күшейтетін) элементтер орналастырылады: арамидтік (кевлар) жіптердің немесе шыны талшық таспалардың бұралуы.

Жолақты және бір ядролы түтік конструкциясында қабық ішіндегі болат немесе синтетикалық (FRP) жіптер беріктік элементінің рөлін атқарады. Сондай-ақ, OK өзегі мен қаптаманың арасына арамидтік жіптердің немесе шыны талшық таспалардың қабатын қоюға болады.

Аспалы ОК-де қуат элементінің рөлін болат тасымалдаушы кабель атқарады. Дөңгелек сымдармен брондалған кабельдерде бұл сымдарға механикалық кернеу қолданылады.

**11.2.4. Бөлгіш (демпферлік) қабаттар**

OK дизайнының әртүрлі элементтерінің бір-біріне қысымын азайта отырып, қысу механикалық күштеріне қарсы тұру. Олар көбік толтыру ретінде жасалады.

**11.2.5. Сыртқы қорғаныс қабықтары**

Олар кабельді төсеу және пайдалану кезінде пайда болатын ылғалдың, зиянды заттардың буларының және сыртқы механикалық әсерлердің енуінен OK қорғайды. Қабықтар үш негізгі түрге бөлінеді: металл-пластикалық (аралас), пластикалық және қуат элементтері бар пластик.

Металл пластикалық (аралас) қабықтар жұқа металл қабықшадан және пластикалық жабыннан тұрады. Алюминий немесе болат таспа үздіксіз спираль түрінде оралады (қабатталады) немесе бойлық бағытта қабаттасып, шеттері дәнекерленген қабаттасатын құбырды құрайды. OК икемділігін және жаншуға төзімділігін жақсарту үшін металл қабық өзек айналасында гофрленген. Мұндай біріктірілген қаптамалар тамаша ылғалдан қорғайды. Сонымен қатар, гофрленген болат қабық жиі құрыш қақпағын ауыстырады,

Жүк көтергіш элементтері бар пластикалық қабықтар бойлық болат немесе синтетикалық (FRP, Kevlar) жіптерді қамтиды және бір құрылымдық элементте екі функцияны біріктіруге мүмкіндік береді.

OK сыртқы тығыздағыштың пластикалық жабыны көбінесе полиэтиленнен жасалған. Ультракүлгін сәулелерден қорғау полиэтиленге қара көміртекті қосу арқылы жүзеге асырылады. Соңғы уақытқа дейін поливинилхлорид OК ішкі қаптамасының қабықтары үшін дәстүрлі материал болды. Дегенмен, бұл материалдың қауіпті қасиеті бар: жоғары температураға дейін қызған кезде ол бұзылып, тұз қышқылын түзеді. Поливинилхлоридтің күйдіргіштігі мен уыттылығы оның соңғы уақытта пайдаланылмауына әкелді. Ішкі тығыздағыштың OК қабығы минералды толтырғыштары бар термопластикалық полимерден жасалған (мысалы, алюминий гидроксиді АION3). Күйген кезде полимер де, толтырғыш та өрттің таралуын тиімді болдырмайтын улы емес, аз түтін ыдырау өнімдерін құрайды.

**11.2.6. құрыш жабындары**

Жер асты ОК-ді жермен толтыру қысымынан қорғау үшін қолданылады. Болат сымнан жасалған сауыттардың дәстүрлі түрлерімен қатар жұқа болат сымдардың өрімі және металл емес материалдардан жасалған арматураланған шыны талшықтары бар арамидтік жіптер немесе пластикалық таспалар қабаты түріндегі сауыт кеңінен қолданылады. Суасты кабельдері мырышпен қапталған болат сыммен немесе тот баспайтын болаттан жасалған қос брондалған сыммен күшейтілген.

**11.2.7. Гидрофобты агрегаттар**

Сыртқы төсеу ОК-да судың енуінен қорғау өте маңызды. Қорғаныстың дәстүрлі әдісі - желе немесе гель түріндегі гидрофобты қосылысты қолдану. Қосылыс 65...70 °С температурада қысыммен өзекке айдалады.

Судың енуінен қорғау ісінетін ұнтақтарды, таспаларды немесе жіптерді пайдалану арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін. Ұнтақ өзекке енгізіледі, ал таспа мен жіп әдетте өзекке оралады. Ылғал болған кезде бұл қорғаныс құрылғыларының көлемі кеңейіп, OK-дағы су өтуі мүмкін бос жерлерді толтырады.

**11.3. Тест сұрақтары**

1. Оптикалық кабель дегеніміз не?

2. Оптикалық кабельдер мақсатына қарай қалай жіктеледі?

3. Орнату және пайдалану шарттарына байланысты оптикалық кабельдер қалай жіктеледі?

4. Оптикалық кабель қандай элементтерден тұрады?

5. Қорғаныс жабындарының қандай түрлері қолданылады?

6. Ядролардың қандай түрлері қолданылады?

7. Кабельдің қуат элементтері қандай қызмет атқарады?

8. Гидрофобты қосылыс дегеніміз не?