

В.П.ПЕТРОВ

**МОНТАЖДАЛҒАН ТҮЙІНДЕРДІ,
БЛОКТАРДЫ ЖӘНЕ
РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ
АППАРАТУРА АСПАПТАРЫН,
ЖЕЛІЛІК БАЙЛАНЫС
АППАРАТУРАСЫН, ИМПУЛЬСТІК
ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫ
ТҮЙІНДЕРІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІН
РЕТТЕУ, ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖӘНЕ
ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІНЕ
МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ
ОҚУЛЫҚ**

«Федералды білім беруді дамыту институты» федералды мемлекеттік автономды ұйым «Радиоэлектрондық аппаратура мен аспаптарды монтаждаушы» мамандығы бойынша орта кәсіптік білім беру бағдарламасын жүзеге асыратын оқу орындарының оқу үдерісіне оқулық ретінде қолдану үшін ұсынған

Пікірдің тіркеу нөмірі 5372014 жылғы 11 желтоқсан, «БДФИ» ФМAM



Мәскеу

«Академия» баспа орталығы

2015

ӘОЖ 621.37(075.32)

КБЖ 32.844я722

П305

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» ЖЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес ««ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды. Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.

Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19,

«Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

Пікір беруші –

Мәскеу қ-сы, №39 Политехникалық колледждің арнайы пәндер оқытушысы, тех.
Ғылымдарының канд. В.Р.Шварцберг

Петров В.П.

П 305 Монтаждалған түйіндерді, блоктарды және радиоэлектрондық аппаратура аспаптарын, желілік байланыс аппаратурасын, импульстік және есептеу техникасы түйіндерінің элементтерін реттеу, диагностикалау және жұмыс қабілеттілігіне мониторинг жүргізу / В.П.Петров. – М.: «Академия» баспа орталығы, 2015.-256 с.

ISBN978-601-333-393-9 (қаз)

ISBN 978 -5-4468-1026-0 (рус)

Оқулық «Радиоэлектрондық аппаратура мен аспаптарды монтаждаушы» мамандығы бойынша федералдық орта кәсіптік білім беру стандартына сәйкес әзірленген.

Кітапта радиоэлектрондық аппаратура жинақ бірлігінің монтаждалған түйіндерінің және желілік байланыс құралдарының жұмыс қабілеттілігін реттеу, диагностикасын жасау және мониторинг жүргізу, монтаждық операциялардың ақау салдарын жою тәсілдері, жинақ бірліктердің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру, олардың бұзылуын іздеу және жою қарастырылаған. Жинақ бірліктердің жұмысын кірме және аралық бақылау жәнетехнологиялық карта бойынша оларды монтаждау сапасы әдістемесі, радиотехникалық аппаратура түйіндерін, блоктарын және аппаратурасын қабылдау шарттары, қолданылатын электрондық құрам бөліктердің параметрлеріне рұқсат туралы мәліметтер және олардың қызмет етуін тексеру келтірілген. Орташа күрделілікті аспаптарды, байланыс құралдары механизмдері мен аппаратурасын, радиоэлектрондық аппаратура түйіндері мен блоктарын механикалық реттеуді түсіндіруге ерекше көңіл бөлінген.

Орта кәсіптік білім беру орындары студенттеріне арналған.

ӘОЖ 621.37(075.32)

КБЖ 32.844я722

©Петров В.П., 2015

© «Академия» оқыту-баспа орталығы, 2015

© Рәсімдеу, «Академия» баспа орталығы, 2015

ISBN 978-601-333-393-9 (қаз)

ISBN 978 -5-4468-1026-0 (рус)

Бұл оқулық «Радиоэлектрондық аппаратура мен аппараттарды монтаждаушы» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік кешеннің бөлігі болып табылады.

Оқулық КМ.03 «Радиоэлектрондық аппаратураның монтаждalған түйіндерін, блоктары мен аспаптарын, желілік байланыс аппаратураларын, импульстік және есептеу техникасы түйіндері элементтерін реттеу, диагностикасы және жұмыс қабілеттілігі мониторингі» кәсіби модульді зерделеу үшін арналған.

Жаңа дәуір оқу-әдістемелік кешендері дәстүрлі және инновациялық оқу материалдарынан тұрады, жалпы білім беру және жапы кәсіптік пәндерді және кәсіптік модульдерді меңгеруге мүмкіндік береді. Әр кешен жалпы және кәсіби құзіреттіліктерді, соның ішінде жұмыс беруші талаптарын ескеріп меңгеруге қажетті оқулықтар мен оқу құралынан, оқыту және бақылау құралдарынан тұрады.

Оқу басылымдары электрондық білім беру қорларымен толықтырылады. Электрондық қорлар интерактивті жаттығулармен және тренажерлармен теориялық және тәжірибелік модульден, мультимедиялық нысандардан, Ғаламтордағы қосымша материалдар мен қорлардан тұрады. Оның құрамына терминологиялық сөздік және электрондық журнал кіреді, онда оқу үдерісінің негізгі параметрлері белгіленеді: жұмыс уақыты, орындалған бақылау және тәжірибелік тапсырмаларды орындау нәтижесі. Электрондық қорлар оқу үдерісіне оңай енеді және әртүрлі оқу бағдарламаларына бейімделуі мүмкін.

Электрондық техника өндірісі көпсатылы жоспарлау жүйесіне және сатылы сапаны технологиялық бақылауға, өндіріс барысында сынақ жүргізу мен тест жүргізуге негізделу керек, ол өнімнің құрастырушылық құжаттарға және келісім шарт талаптарына сәйкестігіне шартсыз кепілдік бреді. Бұл мәселелер әртүрлі құралдармен шешіледі, олардың ішіндегі негізгісімыналар болып табылады: біріншіден, стандарттар, техникалық шартта мен құрастырушылық құжаттардың талаптарын толық қадағалауда сипаттамалардың әрекеттегі және перспективті қажеттіліктерге абсолютті сәйкес келетін өнімді өндіруді қамтамасыз ету үшін технологиялар мен бақылау құралдарын қолдану; екіншіден, соңғы өнімнің жақсартылған техникалық сипаттамаларын жету үшін халықаралық ережелер мен стандарттарға сәйкес жоспарлауға, құрастырушылық модернизациялауға кешенді қарауды қамтамасыз ету; үшіншіден, өндірістік үдеріске қатысатын және берілген сапа деңгейіне жетуді және сол деңгейде ұстауды қамтамасыз етуге қатысатын мамандарды дайындау бойынша шараларды жүзеге асыру.

Технологияны дамыту, бұл бір корпуста элементтерді жинақтауды тығыздау, жартылай өткізгіш материалдар жиілігін ұлғайту, ілмелі элементтер санын азайту, электрондық химия жетістіктері есебінен азауды азайтуға баратын жол екені сөзсіз. Бұл жағдайда микроминиатюризация мен баспа түйіндерінің технологиялығы өнім сапасына маңызды әсер ететін монтаждау және жинақтау әдістеріне жоғары талаптар қояды. Мысалы, баспа платаларын беттік монтаждау технологиясының басқа технологияларға қарағанда бірқатар артықшылықтары бар, бірақ техникалық дайындықтың жәнебаспа платасын өңдеудің жеткіліксіз деңгейі немесе өнімдерді сериялы өндіру стандарттары туралы білмеу бастапқыдан ақаудың ұлғаю себебі болуы мүмкін. Нақты қол жеткізілетін 1 см^2 ауданға 25 элементке дейін монтаждау тығыздығы - бұл оның ықтималды көзі, өндірісті кез-келген кезеңінде қате құнын ұлғайту мүкін және ақырында дайын өнімдер өндірісінде толық ақау ретінде алып тастауға алып келуі мүмкін.

Осыған орай техникалық мамандардың, соның ішінде радиоэлектрондық аппаратура (РЭА) монтаждаушылардың жоғары дайындық деңгейі мен өндірістік тәжірибесі аса маңызды, ол жұмыстарды орындауға тигізетін адам факторының әсерін біршама азайтады, жабдық қорларын максималды тиімді қолдануға және өнімдердің техникалық сипаттамаларын жақсартатын ұсыныстарды енгізуге көмектеседі.

Жоғары өндіріс мәдениеті мен дәстүрлермен қатар сапаны жоспарлау ақаусыз өндіріс жолындағы негізгі факторлар болып табылады. Өндіріс қаншалықты мүлтіксіз болса да, оның барлық кезеңдерінде сыртқы факторлардың және қолданылатын технологиялық үдерістердің ерекшеліктері әсерінен қандай да бір ақаулар пайда болады. Бұл жағдайда барлық технологиялық үдеріске қатысушылар ақаулар диагностикасы және жою әдістерін, заманауи бақылау-өлшеу жабдықтарды және тиімді бақылау құралдарын епті қолдана алу керек. Жұмысшылардың әрқайсысы – сапа жүйесіне енгізілген маңызды тармақ. РЭА монтаждаушының рөлі де өседі, оның міндеті монтаждау операцияларын сапалы орындау ғана емес, сонымен қатар монтаждаудан басқа жинақтауға дейін технологиялық үдерістің кез-келген кезеңдерінде ақауларды уақытылы айқындау болып табылады.

Оқулықта зақымданудан кейін баспа платаларын қалпына келтіру мәселелеріне, дәнекерлеу сапасына және монтаждық және демонтаждық операциялардың ақауларын түзетуге көп көңіл бөлінеді. Сонымен қатар РЭА монтаждаушысы білуі және орындауы қажетті жинақтау операциялары сынақтар мен жаттықтырудан кейін дайындық кезінде аппарату күйінің жұмыс қабілеттілігін бағалау дағдылары мен ептілігінің болуын қарастырады. Бірақ ешқандай зертханалық қондырғылар шынайы пайдалану шарттарын алмастыра алмайды, сондықтан шынайы аспаптардың тоқтауы, кідіруі, аппаттары олардың жұмыс қабілеттілігі мен сенімділігіне қосымша тәкелдер алып жүреді.

Жеке РЭА түрлерінің, соның ішінде тұрмыстық аппаратурада бұзылған жерін іздеу және жөндеу бойынша көптеген басылымдар бар [11]. Қызмет көрсету шеберханаларының тәжірибелік қызметкерлері Көптеген танымал басылымдарды жариялаған, нақты жөндеу жүргізу әдістемелері техникалық құжаттарда мазмұндалады. Осы тұрғыда осы оқулықтың мақсаты – болашақ электрондық өнеркәсіп жұмысшыларының ақауларды анықтаудың заманауи әдістерін, халықаралық және отандық стандарттар негізінде заманауи тесттік және өлшеу жабдықтарын қолдану бойынша білімдер мен ептіліктерді меңгеруіне ықпал ету.

Оқулықта келтірілетін бұзылған жерлерді әздеу тәсілдері мен әдістері мысалдары, нақты аппаратурада ақауды түзету және қалпына келтіру жөндеу алынған білімдерді нақты тәжірибелік қолдануға мүмкіндік береді. Түсіндірме мысал ретінде РЭА аппаратурасын таңдау кездейсоқ емес, онда жалпы құрылыс принциптері бір, қандай да бір олардың түрлерінің мәселелеріне тоқталады, яғни, реттеу, баптау және жөндеу әдістері де бір болады. Мысалы, оптико-механикалық құрылғыларды жөндеу олар қай жерде қолданылса да, жалпы дәлдеме заңдарына бағынады. Сол сияқты желілік байланыс аппаратураларына да, есептеу техникаларына да және т.б. қатысты.

РЭА пайдалану барысында ерте бұзылу себептері элементтік базасындағы жасырын ақаулар немесе технологиялық үдерістегі ауытқулар болуы мүмкін. Электрондық өнімдерді сынау және жаттықтыру жүргізгенде пайдалану барысында өнімдердің істен шығу тәуекелін жоққа дерлік жеткізеді. Осыған орай, оқулықта РЭА сынау, кірме және шығуындағы бақылау, қорытындылары бойынша сенімділігі мен жұмыс қабілеттілігін бағалау әдістемелері толық қарастырылған.

**ҰЙЫМДАСТЫРУ,
ЖОСПАРЛАУ ЖӘНЕ
ЖҰМЫС
ҚАБІЛЕТТІЛІГІН
БАҚЫЛАУДЫҢ
ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
СЫЗБАЛАРЫ**

**I
БӨЛІМ**

1 тарау. Электрондық техника кәсіпорындарында
бақылау қызметін ұйымдастыру және жұмысы

2 тарау. РЭА элементтерін, аспаптарын және түйіндерін
бақылау әдістері мен түрлері

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕХНИКА КӘСІПОРЫНДАРЫНДА БАҚЫЛАУ ҚЫЗМЕТТЕРІНІҢ ҰЙЫМДАСТЫРЫЛУЫ ЖӘНЕ ЖҰМЫСЫ

РЭА жасау өндірістік үдерісінің қорытынды кезеңі өнімдердің сапасын бағалау, оның жұмыс қабілетін, әртүрлі пайдалану жағдайында РЭА сенімділігін тексеру болып табылады. Сапаны бағалау деп дайын өнімнің немесе техникалық үдерістік параметрлері мен сипаттамаларының техникалық шарттарға (ТШ) және тапсырыс беруші тапсырысына сәйкес келуін тексеруді айтады. Тек өндіріс нысаны ғана емес, сонымен қатар бұзылуы ақауға алып келетін, технологиялық үдеріс те бақыланады.

Кәсіпорын ауқымында сапаны бақылауды сапаны бақылау қызметі атқарады, ол барлық өндірілетін өнімдер түрі бойынша сапалы көрсеткіштерді жасау, тексеру әдістері мен сынақ жүргізу ретін жасау, жарнамалауды талдау және оларды реттеу реті, ақаулар мен жарамсыздықтың туындау себебін айқындау және оларды жою шарттарын жасау қызметтерін атқарады. Ол өндірістік цехтардағы (учаскелердегі) сәйкес қызметтермен, сонымен қатар зауыттық техникалық бақылау бөлімімен (ТББ) тығыз байланыста қызметін жүзеге асырады. Бақылау қызметінің маңызды функциясының бірі сапаны қамтамасыз ету саласында барлық жұмыстарды жоспарлау және басқару, кәсіпорынның қызметтері мен өндірістік бөлімдері арасындағы қажетті байланыстарды орнату болып табылады. Бақылау қызметі жұмысы шығарылатын өнім сапасын жетілдіруге бағытталған.

Өнім сапасы өндірістік және бақылау жабдықтарының дұрыс жұмысымен анықталады. Жабдықтардың күйін бақылауды өндірісті дайындау қызметі жүзеге асырады, оның құрамына сертификаттал-

ған мамандармен біргебас механик бөлімі кіреді. Бақылау жүргізілетін жабдықтар мәлімделген сапаға сай болу керек және реттілікке рұқсат етілген параметрлер диапазонын қамту керек.

Өнімді құрастыру кезеңінде технологияны өңдеу және ықтимал бұзылуды айқындау үшін тәжірибелік үлгілерді модельдеу және пайдалану қолданылады. Әртүрлі сынақ барысында үлгілер тәртібін бағалау және алынған нәтижелерді талдау бақылау қызметімен белгіленеді және олардың негізінде технологиялық құжатқа өзгерістер енгізіледі.

Сапа құрылымына жинақтау қызметі кіреді. Ол келісімшарт және сертификаттау төлқұжттары бастапқы негізінде жинақтаушы материалдарды қабылдауды жүзеге асырады. Өткізу бөлімінің қызметкерлері тауарды түпкілікті жинақтауды, сыртқы (тауарлық) түрі сапасын анықтай отырып, оны буып тую және тасымалдауды жүргізеді.

Өнімнің сапасын басқаруда маңызды элемент нормативтік-техникалық құжаттама (НТК) жүйесін құру болып табылады, оған барлық өндіріс үдерісі бағынады. Өнім сапасына қойылатын нормативтік талаптар мемлекеттік стандарт және техникалық шарттар бойынша белгіленеді.

Мемлекеттік стандарт (МЕСТ) өнім сапасына, оны өндіру және пайдалану ережелеріне, бақылау және сынау түрлері мен әдістеріне бірыңғай талаптарды орнатады.

Халықаралық ұымдармен, кәсіби ұжымдармен МЭК сериялы халықаралық стандарттар бекітіледі, оларға МЕСТ, салалық стандарттар (ССТ) және кәсіпорын стандарттары (КСТ) сай болу керек. Техникалық шарттар мемлекеттік стандарттарға қосымша талаптарды орнатады, ал олар жоқ болса, өнімнің сапа көрсеткіштеріне, параметрлері мен сипаттамаларына және олардың шектері диапазонын жеке талаптарды орнатады. Техникалық шарттармен қарастырылған талаптар мемлекеттік стандарттар талаптарынан төмен бола алмайды.

Ресей Федерациясында сапа жүйелеріне және оларды ұйымдастыруға қойылатын талаптар ГОСТ Р ИСО 9000-2001, ГОСТ 40.9001 - 2001 және ГОСТ 40.9004 – 2001 стандарттарында келтірілген. Бұл талаптар төмендегілерден тұрады:

- ұйымның сапасын басқару жүйесі туралы ақпарат, ол ішкі, сол сияқты сыртқы пайдалануға арналған, мысалы, сапа жөнінде басшылы;
- нақты өнімнің сапасын басқару құрылымының сипаттамасы – сапа жоспары;
- жинақ бөлшектері мен түйіндеріне қойылатын талаптар-спецификация;

- өнім сапасын жақсарту және технологияны жетілдіру бойынша ұсыныстар мен кеңестер. Бұл негізінен әдістемелік құжаттар;
- сапаны жақсарту бойынша әрекеттерді орындау реттілігі (алгоритмі), ол процедуралар, жұмыс нұсқаулары және сызбалар болуы мүмкін;
- сапаны жақсарту бойынша орындалған іс-әрекеттер тізімі және жеткен нәтижелер; бұндай құжаттарға жазбалар жатады.

Сапа бойынша басшылық кәсіпорын қызметкерлері үшін анықтамалық, ал тапсырыс берушілер үшін, сертификаттайтын және реттеу органдары өкілдері үшін көрнекті құжат болыптабылады. Ол төрт бөлімнен тұрады: кәсіпорынның мақсаты туралы мәлімдеме, әрекеттегі сапа жүйесі сипаттамасы, процедуралар (әрекеттер) тізімі, жазбаларды басқару процедурасы туралы ақпарат.

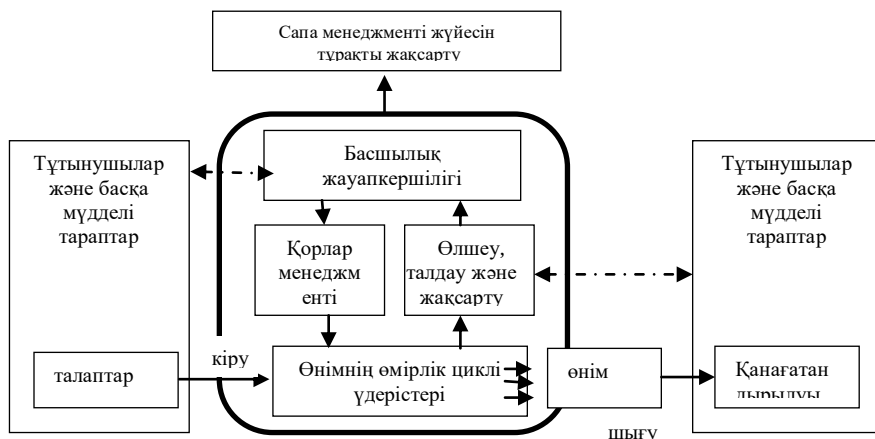
Кәсіпорын мақсаты туралы мәлімдеме – бұл кәсіпорын басшысы қол қойған мәтіндік құжат, онда кәсіпорын шығаратын өнімнің сапасын қамтамасыз ету бойынша қандай нақты әрекеттер қабылданған және қабылданатын болатыны туралы сипатталады. Бұл ресми сайтта және техникалық құжатта орналастырылатын, жалпыға жетімді құжат. Бір жағынан, бұл өндірісте, өткізуді және сервистік қызмет көрсетуде жұмыс істейтін кәсіпорын қызметкерлерінің іс-әрекеттері эталоны, ал екінші жағынан, кәсіпорын потенциалын және тұтынушылар алдында оның беделін көрсетеді.

Әрекеттегі сапа жүйесі – бұл өндірістік циклға барлық қатысушылардың өзара қатынасын анықтайтын диаграммалар, кестелер, графиктер, мысал ретінде 1.1-суретте келтірілген.

Процедуралар тізімі ұйымда құжаттар құрамын, құжаттар қозғалысын ретке келтірді және оларды өңеу ережелерін орнатады.

Құжаттарды іс-әрекеттің функционалдық түрі бойынша жіктейді, мысалы, РЭА өндірісі үшін төмендегілер маңызды болып табылады:

- технологиялық құжаттар, ол бағдарлық және операциялық карталар, материалдар сапасына қойылатын талаптар, бөлме тазалығын, желдету және жарықтандыруды қадағалау талаптарынан тұрады;
- құрастырушылық құжаттар, ол сынақ жүргізу, тесттік бақылау ережелерінен, параметрлер мен олардың шектеріне қойылтын талаптардан тұрады;
- жинақтаушы құжаттар, ол негізінен жинақтаушыларға және олардың параметрлеріне қойылатын талаптардан тұрады;
- өткізу құжаттары, ол дайын өнімді тасымалдау, буып түю және қоймаға салу ережелерінен тұрады.



→- іс-әрекет;

--> -ақпараттар ағыны

1.1-сурет. Кәсіпорында сапаны бақылау құрылымы

Құжаттарды басқару процедурасы кесте түрінде немесе мәтіндік сипаттамада үдерістер сұлбалары болуы мүмкін. Сапа бойынша жазбаларды басқару процедурасы жазбаларды жүргіз ретін орнатады. Сапа жүйесі жұмыс істеуі үшін қызметкерлер қандай іс-әрекеттерді жүргізу қажеттігін, қандай құжаттарды толтыру қажеттігін білу керек. Сапа бойынша жазбаларды жүргізуге технологиялық қызмет жұмысшысы жауапты болып тағайындалады. Бұл процедурада РЭА монтаждаушының рөлі жазбаларды жүргізуге жауапты тұлғаны ақау туындағаны туралы және жедел нұсқауларды орындағаны туралы, мысалы, технологиялық операцияны тоқтатқаны туралы хабарландан тұрады.

Сапаны анықтау жүйесінде «сәйкес емес өнім» деген түсінік бар – бұл өнім сапасын бақылау барысында және оны сынау кезінде айқандалған, орнатылған параметрлерден ауытқыған өнімдер. Жұмыстың бірінші кезеңінде ықтимал сәйкессіздіктерді (бұзылуды) анықтайды. Әрбір берілген жұмыс параметрлерге сәйкессіздік белгіленеді. Бұндай тіркеу мақсаты – ақаудың пайда болу себептерін талдау үшін мәліметтер жинау және жұмысты жақсарту. Егер сәйкессіздікті жою мүмкін болса, онда ол үшін процедурада оларды жою бойынша әрекеттер қарастырылу керек. ИСО 9001-2008 халықаралық стандарты бұл жағдайда екі әрекет түрін орнатады: себепін орнату (түзету әрекеттері) және жөндеу (баптау, жөндеу). Өнімнің сәйкессіздігі (ақау) туралы ақпараттар көзі өндірісшілік тексеру нәтижелері, тұтынушылардың арыздары мен

өтініші, өнімнің тестілік шығуындағы бақылау болып табылады. Түзету әрекеттері әртүрлі әсер ету деңгейлеріне қатысты болуы мүмкін – ұзақ мерзімді, орта мерзімді және жедел. Ұзақ мерзімді жақсартулар әдетте жұмыстарды ұйымдастырудың барлық үдерістеріне қатысты, орта мерзімді – жеке технологиялық үдерістерге әсер етеді, ал жедел жақсарту жеке жұмыс орындарына және технологиялық үдеріс шегінде жеке қызметкерлерге қатысты болады.

Алдын ала сақтандыру әрекеттері шығарылатын өнімдердің потенциалды (ықтимал) сәйкессіздіктері себептерін жою бойынша жұмыстар ережелерінен тұрады. Ол төмендегілерден тұрады:

- ықтимал ақауды талдауды жүргізу;
- ақаудың туындау себебін анықтау;
- қабылданған шаралар тиімділігін бағалау;
- қажетті шараларды тағайындау және жүзеге асыру;
- алынған нәтижелерді тіркеу;
- қабылданған шаралардың техникалық нәтижелілігі мен тиімділігін талдау.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Радиоэлектрондық өндіріс кәсіпорындарында өндірілетін өнім сапасын бақылауды ұйымдастыруды қандай құжаттар реттейді?
2. «Сапа бойынша жазбаларды басқару процедурасы» түсінігіне не кіреді?
3. «Сәйкес емес өнім» түсінігіне не кіреді?
4. Өнім сапасын басқару үшін қажетті құжаттардың минимум құрамын атаңыз.
5. Кәсіпорынның бақылау қызметтері құрылымын сызып, оның жұмысын түсіндіріңіз.

РЭА ЭЛЕМЕНТТЕРІН, АСПАПТАРЫН ЖӘНЕ ТҮЙІНДЕРІН БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕРІ МЕН ТҮРЛЕРІ

2.1. БАҚЫЛАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

1 тарауда РЭА өндірісін ұйымдастыруда техникалық және технологиялық бақылау маңызды кезеңі болып табылатыны айтылған. Техникалық бақылау дайын өнімнің стандарттар мен техникалық талаптарға сәйкестігін, ал технологиялық бақылау – технологиялық үдерісті дұрыс орындауды, өндірістік бөлмелердің, материалдар мен судың тазалығын қадағалау, климаттық жағдайлар және т.б. тексеру үшін арналған.

Негізгі бақылау шараларына мыналар жатады:

- жабдықталатын жинақ бөлшектер мен материалдарды кірме бақылау;
- жұмыс орнында өндірістік үдерісті бақылаумен байланысты әр операциялық бақылау;
- шығарылатын өнімнің негізгі параметрлері тексерілетін реттеу және баптау операцияларынан тұратын, параметрлік бақылау;
- өнімді шығару туралы акырғы шешім қабылдауға арналған қабылдау-өткізу немесе шығу кезіндегі бақылау.

Шығарылатын өнім сапасын бақылау түрлерінің құрылымы 2.1.-кестеде келтірілген.

Өнімнің сапасына, оларды содан кейін өндеуге маңызды әсер ететін операцияларды бақылауға, сонымен қатар жауапты тағайындалған дайын өнімдерді сынауға ерекше көңіл бөлінеді. Бақылау операцияларының қорытынды кезеңі бақылау барысында айқындалған ақаулар сипатталатын, құжатты дайындау болып табылады.

2.1-кесте. Шыңарылатын өнімді бақылау түрлерінің құрылымы

Бақылау түрлері	Бақыланатын операциялар	Бақылау құралдары	Бақылау әдістері	Бақылау нәтижелері бойынша құжаттар
Кірме	Жинақтау Сұрыптау Топтау	Лупа, электрондық микроскоп, өлшеу жабдығы	Көзбен шолу; Көзбен шолу-өлшеу; Өлшеу	Төлқұжаттар (сертификаттар), жұмыстарды қабылдау-өткізу актісі
Операциялық	Бөлшектерді, баспа платаларын, модульдерді жасау. Өнімді жинақтау және монтаждау	Өлшеу және оптикалық жабдықтары	Өлшеу, көзбен шолу	Орындалған жұмыстар журналы, операциялық және бағдарлық карталар
Параметрлік	Баптау және реттеу	Өлшеу генераторы, бақылау және өлшеуді белгілеу құралдары	Электрлік және өлшеу	Сапа карталары
Қабылдау-өткізу	Тестілеу және сынау	Сынақ стендтері мен жабдықтары	Электрлік тесттік	Техникалық төлқұжат және сипаттама

Кірме бақылау радиоэлементтердің (РЭ) ТШ сәйкестігін тексеру, оның құрамындағы жасырын ақауларды айқындау және ақаулары бар элементтер мен материалдарды жарамсыз деп санап алып тастау үшін жүргізіледі.

Кірме бақылау кезінде айқындалған ақаулар төмендегідей жіктеледі:

- жинақтау ақаулары (типтерін, номиналдарын және т.б. шатастыру);
- буып түюдің төмен сапасымен байланысты ақаулар(жарылу, сыну және т.б.);
- сыртқы түрінің ақаулары;
- жұмыс қабілеттілігін тексеруде тоқтап қалу (номиналдарды өлшеу).

Кірме бақылау технологиясы көзбен шолудан және бақылаудан, соның ішінде рентгенге арналған аппаратураны қолданып бақылаудан, үлгі бойынша сыртқы түрін бағалаудан тұрады. Орнатылған сапа талаптарына ықтимал сәйкессіздікті айқындау кезінде өнім ақаулы болып саналады да, сәйкес қатесі төлқұжатқа енгізіледі.

Операциялық бақылау монтаждау және жинақтау барысында орындалады. Кейбір операцияларды жүргізгеннен кейін ақау түзіліп, тек қабылдау-өткізу бақылау кезінде айқындалуы мүмкін, сол арқылы өндірістік шығындарға алып келеді, сондықтан операциялық бақылау жүргізіледі. Операциялық бақылау мысалы дәнекерлеу сапасын және жеке жинақ бірліктер сапасын тексеру болып табылады. Операциялық бақылау мәселелерін шешу үшін бақылау-өлшеу жабдықтарын және өндірістік алаңдарды қолданады. Ол технологиялық үдерістің дұрыс жүргізілуін тексеруге, мысалы балқыту пешінің температурасын, дәнекерлеу профилін, құрам бөліктерді орнату дұрыстығын және т.б. тексеруге және 100 % ақауға алып келетін ықтимал қауіпті операцияларды бақылауға, мысалы плата өндірісінде фотолиитография үдерістерін бақылауға негізделген.

Параметрлік бақылау кезінде баптау және реттеу жұмыстарын жүргізеді, содан соң арнайы жабдықтардың көмегімен параметрлері мен сипаттамаларынаң ТШ сәйкестігін тексереді. Өлшеулерді сұлбада немесе ТШ-та көрсетілген бақылау нүктелерінде жүргізеді. Бұл үдеріс нәтижесі өнімдерді топ немесе класс бойынша сұрыптау немесе ақаулы өнімдерді алып тастау болып табылады.

Шығу кезіндегі (қабылдау-өткізу) бақылау стандарттарда көрсетілген немесе әр өнімге арнайы әзірленген әдістеме бойынша сынау мен тестілеуден кейін жүргізеді. Бұл кезеңде дайын өнімнің

сынаудан кейінгі тәртібін бақылай отырып, климаттық және механикалық әсерлерге, электромагниттік сәйкестікке, электр қауіпсіздігі мен дірілге тұрақтылығына сынақтарды жүргізеді. Бұл кезде арнайы жабдықтарды, стендтік сынақ жабдығын және автоматтандырылған қондырғыларды қолданады.

Элементтік база ақаулары немесе технологиялық үдерістегі ауытқулармен байланысты ақаулар әсерінен ықтимал ерте тоқтап қалуды айқындау үшін электрондық өнімдерді шекті рұқсат етілген температура, кернеу және қуат әсерінде «жаттықтыруды» жүргізеді. Бұл сынақтар өнімдерді пайдалану барысында істен шығуын жоққа жақындатады. Бақылау операцияларының қорытындылары бойынша айқындалған ақауларды талдайды да, олардың негізінде технологияға өзгерістер енгізеді. Мысалы, беттік монтаждау технологиясы бойынша электрондық модульді жасау кезіндегі барлық айқындалған ақауларды төмендегідей бөлуге болады:

- баспа өткізгіштері мен РЭ қысқа тұйықталу (34 %);
- баспа өткізгіштері мен РЭ үзілуі (27 %);
- РЭ дұрыс бағытталмауы (15%);
- РЭ қалдырып кетуі (9%);
- РЭ оның спецификациясына сәйкес емес орнату (8 %);
- РЭ ақауы (5%);
- басқа да ақаулар (2 %).

РЭА келтірілген ақаулары қатынасынан негізгі жарамсыздық жобалау кезеңінде (қысқа тұйықталу және үзілу) негізделетінін, ал технология мен оператор қателері аз жарамсыздық беретінін көруге болады, бұл өндірістің реттілігін көрсетеді және платаны «ажырату» құрастырушылық тәсілдерін жақсарту қажеттілігін білдіреді.

Сонымен қатар сапаны басқару қызметінің талдауы нәтижесінде аса «шығынды» жарамсыздық түрлерінің графигін құрады. Статистикалық мәліметтер бойынша құрылымның жарамсыздығын іздеу үдерісі көп еңбекті қажет етеді, ал сынау барысында айқындалған ақаулар аз шығынды қажет етеді. Яғни, жобалау барысында кеткен қателер, соңғы өнімнің жарамсыздық санына көп әсер етеді және өндіріс шығындарын ұлғайтады. Жарамсыздық ертерек айқындалған сайын, дайын өнімнің өндірісіне кететін материалдық және уақыт шығындары азырақ болады.

Қарастырылған талдау тәжірибелік өндіріс кезеңінде статистикалық мәліметтер негізінде қалыптасу керек.

2.1 бөлімшеде қарастырылған бақылау түрлері келесідей жіктеледі:

- шешілетін мәселе типі бойынша:
 - ✓ *қызмет жасауын бақылау* — өнімдердің өз қызметтерін оларды сандық бағаламай орындауын тексеру;
 - ✓ *жұмыс қабілеттілігін бақылау* — ТШ (ТЗ) талаптарына өнімнің шығуындағы параметрлерінің сәйкестігін;
 - ✓ *диагностикалық бақылау* — тоқтап қалу немесе бұзылу жерін анықтау мақсатында тексеру;
 - ✓ *болжайтын бақылау* — сынау барысында анықталатын, шекті пайдалану жағдайларында түйіннің немесе құрылғының техникалық күйін болжау мақсатында тексеру;
- нәтижелерді бағалау дәрежесі бойынша:
 - ✓ *шектік бақылау* — «жарамды – жарамсыз» принципі бойынша жүргізіледі және автоматты түрде жүзеге асады;
 - ✓ *сандық бақылау* — параметрлер мен олардың ауытқу шамаларын сандық бағаланатын бақылау;
- бақыланатын нысанға әсер ету дәрежесі бойынша:
 - ✓ *пассивті бақылау* — өнімге сыртқы әсерсіз жүргізіледі;
 - ✓ *активті бақылау* — өнімнің күйін бөтен көздерден, мысалы, өлшеу генераторларынан түскен дабылдарға реакциясы бойынша айқындалады;
- параметрлерді талдау тәсілі бойынша:
 - 3 *жергілікті бақылау (іріктемелік)* — өнімнің бақылау нүктелерінде жеке түйіндерін немесе блоктарын, параметрлерін тексеру;
 - 3 *кезектеп бақылау*, нысанның көп нүктелерінен бір арна бойынша бақылау ақпаратын қабылдауды жүзеге асырады, мысалы, белгілі бір уақыт бойы түйін жұмысының тұрақтылығын бағалау үшін бірнеше бақылау нүктелерінен түсетін дабылды бақылау;
 - 3 *параллель бақылау*, бұл кезде нысанның көп нүктелерінен түсетін ақпаратты бір мезгілде бірнеше өлшеу жолдары арқылы қабылдап өңдейді, мысалы, екі арналық осциллографты қолданып, экранында құрылғының кіруіндегі және шығуындағы дабыл күйін бақылайды.
- жүргізу жиілігі бойынша:
 - ✓ *үздіксіз бақылау* — нысан параметрлерін оның жұмысы барысында өлшеу, жабдықталған индикаторлар көмегімен

орындайды, мысалы магнитофондар мен диктофонда жазба жүргізу деңгейін индикаторлық шаммен бақылау;

- ✓ *циклдық бақылау* — құрылғы жұмысы барысында бірдей уақыт аралығында параметрлерді тексеру, мысалы, басқару құрылғыларында біліктің айналу жылдамдығын бақылау;
- ✓ *периодты бақылау* — пайдалану мерзімі бойы берілгілі бір уақыт аралығында құрылғы параметрлерін тексеру. РЭА үшін кепілдік мерзім бойы немесе жоғары дәлдікті құрылғылар үшін қызмет көрсету төлқұжатына (сервистік кітапшаға) сәйкес тексеруді қолданады.

■ жүргізу тәсілі бойынша:

- ✓ *динамикалық бақылау* — құрылғы күйін оның өткізу сипаттамалары, уақыты және жиілік аймақтарында тексеру;
- ✓ *статикалық бақылау* — құрылғы параметрлерін орнатылған тәртіпте белгілі бір уақыт сәтінде тексеру;

■ ұйымдастыру тәсілі бойынша:

- ✓ *тесттік (бағдарламалық) бақылау* — арнайы бақылаушы бағдарлама-тесттерді қолдануға негізделген. Әдетте қате туралы хабарлама микро-ЭЕМ экранында мәтін түрінде шығарылады;
- ✓ *аппараттық бақылау* — бақылау нысанына жабдықталған немесе сырттан өлшеу жабдығы көмегімен орындайды; бақылау нәтижелері өнімнің шығару арналарына қосылатын индикаторлық панельдерге және бағдарлық аспаптарға шығарылады.

2.3. ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ТЕХНИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ

Жұмыс қабілеттілікті техникалық бақылау –монтаждаудан және жинақтаудан кейін дайын өнімнің шығуындағы параметрлерін тексеру бойынша параметрлік бақылаудың бір түрі. Техникалық бақылау мақсаты берілген параметрлерде жұмыс істеу барысында сәйкессіздіктер мен дайын өнімнің тоқтап қалу себептерін айқындау болып табылады; Тексеру нәтижелері бойынша сәйкессіздіктерді жою шаралары қабылданады, кейбіреулері баптау және реттеу арқылы жойылады. Егер оларды жою мүмкін болмаса, онда құрылысыне немесе технологияға өзгерістер енгізіледі. Яғни, жұмыс қабілеттілігін техникалық бақылау келесі түрде келтірілуі мүмкін:

- *бұзылуды(ақауды) іздеу*— шығу параметрлерінің ТШ талаптарына сәйкессіздігін туындатқан себептерді айқындау. Бұл үдеріс жасаудың, өндірістің және пайдаланудың кез-келген кезеңінде жүруі мүмкін.
- *дұрыстау* — макеттің үлгілерді жасау кезеңінде электрондық өнімдер түйіндерінде бұзылу себептерін жою.Эскиздік және техникалық жобалау кезеңдерінде бағдарламалық немесе механикалық реттеуді қолданып жүзеге асырды;
- *бантау* — орнатылған реттегіш бөлшектерді (кұрастырылатын және айнымалы резисторлар, конденсаторлар мен индуктивтілік катушкалары) пайдалану арқылы, сонымен қатар аспап құрылысымына минималды өзгерістер енгізіп, құрылғының параметрлері мен сипаттамаларын техникалық шарттармен (ТШ) орнатылған деңгейге жеткізу.
Жұмыс қабілеттілікті техникалық бақылаудың ішкі жіктелуі бар:
- қамту дәрежесі бойынша (партиядан өнімді толық немесе іріктеп таңдау);
- өндірістік үдеріске әсер ету сипаты бойынша (құрылысын немесе технологиялық үдерісті өзгерту);
- бақылау периодтылығы бойынша (тұрақты немесе жедел — в жарамсыздықтың күрт өсуі нәтижесінде);
- адамның бақылау үдерісіне қатысу дәжесі бойынша (автоматтандырылған немесе қолмен).

Жұмыс қабілеттілігін бақылау тәсілдерін талап етілетін нәтижеден, өнімнің тағайындалуынан, өндірістік үдеріске қосылу уақытынан және қолданылатын өлшеу құралдарынан анықталады.

Көзбен шолып бақылау — беттік ақауларды айқындау үшін сыртын қарау арқылы орындайды. Монтаждау сапасын, соның ішінде дәнекерленген қосылыстың, сымдар мен платалардың оқшаулануын, сымдар, кабельдер, ажыратқыштар, клемма және қондырғы өнімдерінің сапасын, лак-бояу жабындысы беріктілігін, бекітілуі мен сырты (тауарлық) түрін тексегенде қолданады. Көзбен шолып бақылау кезінде оптикалық құралдарды (лупа, микроскоп және айналар) механикалық зақымдануларды анықтау және элементтердегі жазбаларды оқу мақсатында жасырын беттерді қарау үшін қолданады.

Геометриялық бақылау — корпус күйін тексеруден және осы корпусардың өлшемдерінің сызбаларға немесе үлгілерге сәйкестігін өлшеу құралдарымен анықтаудан тұрады. Кейбір жағдайларда шектер мен қондырылуын, сонымен қатар механикалық түйіндер өлшемдерін тексереді.

Механикалық бақылау кезінде механикалық әсерлерден кейін қосылыстар мен корпус бөлшектерінің беріктілігін тексереді. Механикалық бақылауды жүргізу үшін динамометрлер, центрифугалар, дірілді және соққылы стендтер қолданылады.

Электрлік бақылау шығуындағы сыртқы ажыратқыштарда дайын өнімдердің шығуындағы статиклық және динамикалық сипаттамаларды өлшеу. Жеке жасалатын модульдер үшін техникалық құжаттарда көрсетілген бақылау нүктелерінде кернеу мен осциллограмманы өлшейді. Сонымен қатар бұл бақылауда тізбектер мен элементтердің электрлік беріктілігін және оқшаулағыш кедергілерін тексереді.

Физика-химиялық бақылау РЭА жасау үшін пайдаланылатын материалдардың физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеуден, сонымен қатар экологиялық тазалығына тексеріп, агрессивті ортада және климаттық жағдайда өнімдердің тәртібін зерттеуден тұрады.

Жеке жасалатын модульдер мен түйіндердік жұмыс қабілеттілігін ағымды (операцияаралық) бақылауды бақылау қызметтері орындайды. Ол кейбір түйіндерді (қоректендіргіш блоктар, дыбыс платалары және т.б.) электрлік бақылаудан тұрады. Оң нәтижелер алынған кезде техникалық бақылау бөлімі (ТББ) жарамдылық таңбасын қояды. Осылайша тексерілген модульдер өнімді жинақтау операцияларында қолданылуы мүмкін. Жұмыс қабілеттілігін операцияаралық бақылауды өндірістік үдеріс барысында өндірістің күрделі жерлерінде жүргізеді, мысалы, балқыту пештерінде дәнекерлеу сапасын немесе дәнекер толқыны, элементтерді орнату сапасын бақылау. Операцияаралық бақылауды жүргізу арқылы жарамсыздықтың алдын ала себебін айқындау және оны жою шараларын қабылдауға, басынан жарамсыз өнімді өндірістің бастапқы кезеңдерінде алып тастауға болады. Операцияаралық бақылау нәтижелері бойынша технологияға өзгерістер енгізеді.

Қабылдау (шығуындағы) бақылау кезінде дайын өнімдер барлық үдерістер аяқталған соң бақыланады. Қамту дәрежесі бойынша толық немесе іріктеме бақылау жүргізіледі. *Толық бақылау* кондициялық емес өнімдерді толық алып тастауға мүмкіндік береді. Оны бірлік немесе аз сериялы өндірісте, «қолмен» жинақтау қолданылатын өндірісте қолданады.

Іріктеме бақылау жаппай және ірі сериялы өндірісте қолданады, ол арқылы бақылау операцияларына кететін шығындарды азайтады. Іріктеме бақылаудың бір түрі жедел бақылау, бірақ уақытша жарамсыздықтың өсуі болатын кезде қолданады. Оның мақсаты

жұмысшылармен технологиялық үдерістерді (ТУ) орындау дұрыстығын, бастапқы материалдардың тазалығын, жұмысшылардың тәртіп қадағалауы мен біліктілігін тексеру болып табылады.

Өнімдердің (элементтердің) жарамдылығын анықтау үшін немесе оларды класс бойынша (дәлдік немесе сапа) жіктеу үшін бақылау белгілерін енгізеді.

Белгілі бір дәлдікпен сандық белгі бойынша бақылау кезінде бақыланатын параметрдің сандық мәнін анықтайды, мысалы, шығу дабылының шамасын және кіруіндедабылдың кездейсоқ өзгеруінен ауытқулардың мәнін анықтайды; жиілікті сипаттама деңгейін және оның пайдалану шарттарынан тәуелділігін және т.б. анықтайды.

Сапа белгісі бойынша бақылау кезінде өнім жарамсыз іріктемеде болса да, өнім кондициялық болуы мүмкін. Мысалы, іріктеме бақылауда жоғары дәлдікті радиолокациялық құрылғылар үшін ток ағыны бойынша жарамсыз саналған, жарамсыз деп саналған партияда жөнді транзисторлар түсіп кетуі мүмін, бірақ олар тұрмыстық радиоэлектрондық аппаратурада (РЭА) сенімді жұмыс істеуі мүмкін. Сапа белгісі бойынша бақылау нәтижелері өндіріс технологиясына әсер етпейді және жеке жағдайда шығарылатын өнімдердің ерекше құндылығында немесе қымбат құрам бөліктерде жүзеге асырылуы мүмкін.

Адамның жұмысқабілеттілікті бақылау үдерісіне қатысы дәрежесі бойынша қолмен, жартылай автоматты және автоматты бақылау тәсілдерін ажыратады.

Қолмен бақылау еңбекті көп қажет етеді және бақылаушылардың жоғары біліктілігін талап етеді, тәжірибеде РЭА реттеушілермен орындалады. Қолмен бақылау кезінде стандарттық әмбебip, кейде бірегей өлшеу жабдығы қолданылады. Қолмен бақылау кезінде реттеушілер түзету енгізіп (баптау), аспап жарамды болып танылу мүмкін.

Жартылай автоматты бақылау арнайы бақылау - арнайы бақылау-өлшеу жабдығында жүргізіледі. Өлшеу үдерісі автоматтандырылады, бірақ дайындық және қорытынды операциялар (орнату, іске қосу, ажырату, өнімді шығарып алу) қолмен жүргізіледі.

Автоматты бақылау барық үдерістердің жоғары деңгейі бар қондырғыларды жүзеге асырылады. Әдетте, адамның қатысы мүмкін емес (радиациялық бақылау) немесе жетімсіз (ұысым асында сынау кезінде және т.б.) операциялар автоматтандырылады. Жарамсыздық «шешімі» автоматты түде қабылданады және өнім элементінің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру жоспарланбайды,

мысалы, микросұлбалар мен платалардың жарамсыз кристалдарын анықтау кезінде, олар арнайы бояумен «жабылады» немесе жойылады. Бұл ірі сериялы өндірісте сапа тобы бойынша сұрыптаудың ең өнімділікті тәсілі болып табылады.

2.4. КІРМЕ БАҚЫЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ ЕРЕЖЕЛЕРІ

Кірме бақылау — бұл монтаждау алдында жұмыс қабілеттілігі мен сенімділігін анықтау бойынша радиоэлементтерді (РЭ), интеграциялық сұлбаларды (ИС) және жартылай өткізгішті латаларды (ЖП) тексерудің технологиялық үдерісі. Кірме бақылау қажеттілігі халықаралық стандарт ережелерімен техникалық параметрлер бойынша сәйкес емес өнімдерді жабдықтаудан қорғау құралы ретінде анықталған. Ол жабдықтаушылардың құрам бөліктері элементтік базасы параметрлерінің өндірістің шарттары мен мақсаттарынан айырмашылығына, сонымен қатар өндіруші затуыттық қабылдаудан кейін дайын өнімдердің сапа көрсеткіштерінің тасымалдау және сақтау барысында әртүрлі факторлардың әсерінен нашарлауына негізделген. Оны жүргізуге кететін шығындар соңғы өнімді жарамсыз деп санау және оның салдарынан туындалатын шығындарға қарағанда біршама аз. 2.2-кестеде өндірілетін өнім типіне байланысты бір элементті бақылаудың әртүрлі түрін жүргізуге кететін уақыт шығындары келтірілген.

Сапалы кірме бақылау еңбек өнімділігін арттырады және өндірістік шығындарды азайтады. Оны техникалық бақылау бюросы (ТББ) құрамына кіретін зертханаларда, цехтарда, учаскелерде жүргізеді. Бұл кезеңде материалдарды, жартылай фабрикааттарды (модульдер мен түйіндер), жинақтық өнімдер (электрондық элементтер, платаларға арналған негіздер және т.б.) және оларға арналған техникалық құжаттарды тексереді. Аз сериялы өндірісте кірме бақылауды жұмыс орнында РЭА монтаждаушысы жүргізеді. Кірме бақылау кезінде алынатын ақпараттар жалпы сапаны басқару жүйесіне жауапты тұлғалардың жазбасы түрінде түседі, хаттамағ енгізіледі және жабдықтаушыны ауыстыру бойынша немесе жинақ элементтерін алмастыру бойынша шешім қабылдау үшін қолданылады.

Кірме бақылау кезінде барлық жинақ элементтерді қарап тексереді және қарапайым электрлік тестілейді, оның көлемі мен жүргізу шарттарын әрбір өнімге жеке оның тағайындалуына байланысты орнатады.

2.2-кесте. Элементтердің жарамсыздығын айқындауға кететін уақыт шығындары

Аппаратура типі	Өндіріс кезеңдерінде уақыт шығындары, мин			
	Кірме бақылау	Операциялық бақылау	Қабылдау-өткізу бақылау	Кешіккіс кезеңде пайдаланудағы бақылау
Тұрмыстық	1	12,5	12,5	25
Өнеркәсіптік	1...2	15...20	25	100
Арнайы	2...7	25...40	60...150	500...10 000*

* аппаратураны сервис орталығына, сараптауға және жөндеуге жөнелтуді ескеріп

Кірме бақылаудың технологиялық бағдары келесі сынақ түрлері мен тесттерден тұрады:

- сыртқы түрін тексеру;
- габариттік, орнату және жалғау өлшемдерін іріктеме бақылау;
- технологиялық қасиеттерді тексеру (дәнекерленуі, қыздырылып қосылуы);
- жұмыс температурасы рұқсат етілген мәннен жоғары болғанда корпусқа тигізетін термиялық әсерді бағалау;
- қалыпты климаттық жағдайларда, төмен және жоғары жұмыс температурасында статикалық электрлік параметрлерді тексеру (резисторлар, конденсаторлар және т.б.номиналы);
- динамикалық сипаттамаларды тексеру – вольтамперлік және жиілікті. Жинақ элементтерін кірме бақылау 100%-дық (толық) және іріктеме болуы мүмкін. Тәжірибеде келесі ережені басшылыққа алады: егер іріктеме бақылау кезінде жарамсыз элементтер саны зауыт-өндірушіде қабылдау сынағы статистикасынан асып түссе, онда тексеруге екі есе көп элементтер алынады. Екі есе көп элементтерді тексеру кезінде аз дегенде бір жарамсыз өнім айқындалса, онда барлық партияны тексереді.

Кірме бақылау үшін қолданылатын әмбебап және арнайы өлшеу құралдары сәйкес элементтердің ТШ мен МЕСТ-де келтірілген сынау әдістемесі талаптарына сай болу керек. Бұндай аппаратураға қойылатын жалпы талаптар өлшеудің максималды сенімділігі, жоғары өнімділік және жедел ауыстыру мүмкіндігі болып табылады.

Резисторларды, конденсаторларды және транзисторларды бақылау үшін бақылау тәртібін бағдарламалық басқару жүйесі бар тестілік жүйелер құрастырылған, олар элементтер параметрлерін өлшеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар оларды берілген топтар бойынша жәктеуге мүмкіндік береді. ТББ құрамына әдетте, арнайы бақылау-өлшеу зертханасы кіреді, ол қолданылатын бақылау құралдарын, жабдықтар мен құрал-саймандарды тексеруді және аттестациялауды жүзеге асырады. Олардың ішінде метрологиялық салыстырып тексерілуі қажетті түрлерінде оларды пайдалану мүмкіндігін растайтын тексеру туралы таңбасы болу керек.

Ақаулы бөлшек айқындалған кезде сәйкес қорытынды өндіруші зайыт өкіліне жеткізіледі немесе сәйкессіздік «кондициялық емес» актісі құрылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. РЭА өндіру кезінде техникалық бақылаудың қандай түрлері қолданылады?
2. Өнімнің жұмыс қабілеттілігін бақылау қай жағдайда қолданылады?
3. Өндірістің қай кезеңінде параметрлік бақылау қолданылады? Оның құрамына не кіреді?
4. Кірме бақылауда қандай бақылау операциялары орындалады?
5. Автоматты бақылауды қандай жағдайда пайдалану тиімді?

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕХНИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

II БӨЛІМ

3 Тарау. Элементтік базаның электрлік параметрлерін және пайдалану қасиеттерін тексеру

4 Тарау. Электрлік сұлбалар элементтерінің оқшаулағыш кедергі мен электрлік беріктігін бақылау

ЭЛЕМЕНТТІК БАЗАНЫҢ ЭЛЕКТРЛІК ПАРАМЕТРЛЕРІН ЖӘНЕ ПАЙДАЛАҢУ ҚАСИЕТТЕРІН ТЕКСЕРУ

3.1. РЕЗИСТОРЛАРДЫ ТАҢДАУ, ОЛАРДЫҢ АЙДАЛАҢУ ҚАСИЕТТЕРІН СЫНАУ ЖӘНЕ ТЕКСЕРУ

Резистор радиоэлектрондық сұлбаның жұмыс істеу тәртібін анықтайтын, оның негізгі элементі екені белгілі. Резисторларды таңдау өнімдер мен құрылымдық шешімдерді пайдалану шарттарына тәуелді. Резисторлардың пайдалану сенімділігі көбіне оның типімен және дұрыс таңдау арқылы анықталады. Ол үшін аппаратураға қойылатын талаптар негізінде аппаратура блогының ішінде резистордың жұмыс істеу тәртібін, шарттарын және сұлбалық шешімдерді талдайды және төмендегілерді ескереді:

- пайдалану факторлары (жұмыс температураларының интервалы, қоршаған ортаның салыстырмалы ылғалдылығы және т.б.);
- олардың электрлік жүктеме ретінде жұмыс істеу тәртібі (номиналды қуат, кернеу, жиілік сипаттамалары және т.б.);
- резисторлардың параметрлері мен сипаттамалары (номиналды кедергі және шекті шегі, оқшаулағыш кедергісі, шу деңгейі, айнымалы резисторлар үшін функционалдық сипаттамалары);
- жұмыс температура интервалында, жұмысшы жиілік диапазонында және импульстік жүктеме тәртібінде, сонымен қатар сақтау, пайдалану және сынау кезінде электрлік параметрлердің тұрақтылығына қойылатын талаптар.

Қосымша параметрлер ретінде тоқтаусыз жұмыс істеу, ұзақ мерзімділік пен сенімділік, рұқсат етілген өлшемдер, масса, корпус конфигурациясы және монтаждау тәсілі көрсеткіштері ескеріледі. Резисторларды таңдау кезінде олар жасалған материалдар да маңызды мәнге ие. Мысалы, радиоқабылдағыш құрылғыларындағы кірме тізбектерінде тотық үлдірі негізінде жасалған резисторларды

қолдануға ұсынады, себебі олар аз шу шығарады, ал резистор «шуы» бөгеттер құрып, пайдалы дабылдардың қабылдануына кедергі келтіруі мүмкін. Үлкен токтар жүретін тізбектерде, қуатты элементтер радиаторлары қасында үлдірлі металл резисторларды орнатқан жөн, олардың кедергінің температуралық коэффициенті жоғары емес. Өлшеу көпірлері мен басқа жоғарғы дәлдікті талап етілетін сұлбаларда әдетте сым емес көміртекті резисторлар қолданылады, олардың номиналды кедергіден ауытқуы ең аз. Резисторларды кірме бақылау олардың негізгі параметрлерін дайын өнімнің ТШ талаптарына сәйкестігін тексеруге бағытталған. Сыртқы түрін бақылау кезінде маркілеу дұрыстығы мен нақтылығын, геометриялық өлшемдерін, лак жабындысының бүтіндігін, шығарылған өткізгіш сапасын (түзу, оралмаған, иілу және қалыптау белгілерсіз) тексереді. Кейбір өндірушілер үлкен қуатты резисторларды қалыптастырылған сыртқа шығарылатын өткізгіштермен және оларды платада бекіту үшін зиг-заг иілген түрінде шығарады.

Резистор егер кірме бақылау кезінде төмендегілер айқындалса, кондициялық емес (жарамсыз) болып танылады:

- резисторларды қате немесе дұрыс емес маркілеу, резистор корпусында кедергі номиналының бір мәні белгіленген, ал аспаптармен өлшеп алынған нақты кедергісі басқа мән болғанда;
- резистордың қыш негізінде микрожарылу болса, ол резистордың ток жүргізетін бетінің бұзылуына алып келеді; Бұл ақау көзбен шолған кезде байқалмайды, себебі сыртынан жағылған лак астынан көрінбейді;
- метал қалпақшасының резистивті қабат бетінен қатпарланып түсуі, бұл тізбектің бұзылуына алып келеді;
- Лак жабындысының қараюы, бұл ток жүргізуге қабаттың аса жоғары температуралық қызуы белгісі, және оның салдарынан оның үзілуі мүмкін;
- Сыртқа шығарылған резистор өткізгіштерінің тотығуы, бұл токпен жүктелген тізбектердің жұмыс істеу барысында және ұзақ мерзім пайдаланғанда үзілу себебі болуы мүмкін. Ақау өткізгіштерді тазалап, қалайылау арқылы жойылуу мүмкін.
- Резистордың сыртқы шығарылған өткізгіштерінің қысқа тұйықталуы. Бұл ақау түрі болуы мүмкін, бірақ оның туындау ықтималдылығы өте аз; қысқа тұйықталуға өлшеу аспаптармен тексеру кезінде айқындалады.

Барлық аталған ақаулар қол жетімді өлшеу құралдарын қолданып, көзбен шолу арқылы оңай айқындалады. Кедергіні қысқа уақыт аралығында кернеудің аз мәнінде бағалайды, оны өлшеу

уақыты кезінде резистивті элемент температурасы жоғарыламас үшін жүргізеді. Ары қарай номиналды кедергі өлшенетін кернеу деңгейлері келтірілген.

Резистор номиналына байланысты өлшенетін кернеу нормалары

Резистордың номиналды кедергісі	Өлшенетін кернеу U, В (шегі 10 % болғанда)
$R < 10 \text{ Ом}$	0,1*
$10 \text{ Ом} \leq R < 100 \text{ Ом}$	0,3
$100 \text{ Ом} \leq R < 1 \text{ кОм}$	1
$1 \text{ кОм} \leq R < 10 \text{ кОм}$	3
$10 \text{ кОм} \leq R < 100 \text{ кОм}$	10
$100 \text{ кОм} \leq R < 1 \text{ МОм}$	25
$1 \text{ МОм} \leq R$	50

*Егер резистордың номиналды кедергісі 10 Ом аз болса, онда өлшенетін кернеулі резистор оның 10 % аз номиналды тарату қуатын тарататындай етіп қабылдайды, бірақ ол 0,1 В аспау керек.

Әдіс дәлдігі мен өлшеу аспабы классыжалпы қателігі резистор номиналы шегінің 10% аспауытындай болу керек.

Кедергінің температуралық тәуелділігін анықтау кезінде өлшеуде үш тәртіпте жүргізеді: 20 °С номиналды температурада және +5 және -1 °С ауытқуда. Өлшегіштер көрсеткіштерін резистор жылулық тұрақтылық күйіне жеткенде және сол кезде 5 минут тұрғызғанда белгілейді. Кедергінің температуралық коэффициенті α 20 °С алалығында және басқа әрбір температурада мына формуламен есептейді:

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R\Delta(-)}, \quad (3.1)$$

мұндағы R -номиналды кедергі, Ом; ΔR -өлшенген кернеу мен номинал арасындағы айырмашылық, Ом; $\Delta\Theta$ - шектелген және номиналды температуралары айырмашылығы, °С. Кернеудің температуралық тәртібі әдетте 1 °С шаққанда миллион үлесімен өрнектеледі (10⁻⁶/°С).

Ток бойынша максималды жүктемені (рұқсат етілген тура ток, бұл жағдайда резистор бұзылмайды) анықтау үшін резисторды горизонталь күйге орналастырады. Резистордың сыртқа шығарылатын өткізгіштеріне кернеу береді, оның шамасы мен әсер ету ұзақтығын резистордың ТШ бойынша анықтайды. Сыртқа шығарылған өткізгіштерді кернеу көзіне қарапайым әдіспен

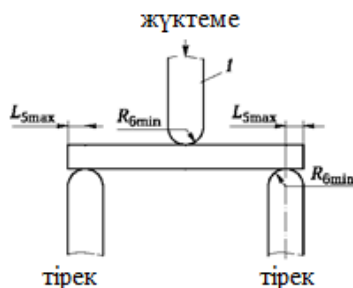
жалғайды (шиырып, дәнекерлеп). Қалпына келтірген соң 1 сағаттан аз емес уақытта резисторлардың сыртқы күйін қарап тексереді. Онда көзге көрінетін зақымданулар және маркіленудің бұзылуы болмау керек.

Максималды рұқсат етілген температураны анықтау кезінде (аса қызуы) резисторды горизонталь күйде 15-тен 35 °C дейін температурада бекітеді. Ауа айналымы тек конвекциялы, яғни табиғи суыту болу керек. Номиналды кернеуді берген соң және температуралық тепе-теңдікке жеткен соң резистор бетіндегі ең ыстық жеріндегі температураны өлшейді. Температураны өлшеуге арналған құрылғы өлшеу нәтижесіне әсер етпейтіндей болу керек.

Резистор корпусының механикалық беріктілігін бағалау кезінде оны екі жағынан бүйір шектерінен 5 мм дейін қашық орналасқан тіректерге бекітеді (3.1-сурет). Корпус орталығына резистор өсіне перпендикуляр бағытта 10 с бойы ТШ көрсетілген мәнді күшбереді. Жүктемені домалақтау радиусы 6 мм аз емес және салмағы 100 Н, 400 м/с жылдамдықпен құлайтын құрылғы 1 құрайды. Бұл сынақтан кейін резистор корпусында жарылу болмау керек.

Сыртқа шығарылатын өткізгіштердің дәнекерленуін (дәнекерлеуге қабілеттілігі) келесі тәртіп жағдайында дәнекерлеу науасые қолданып тексереді:

- балқыған дәнекермен науа температурасы — $(230 \pm 10) ^\circ\text{C}$;
- батыру ұақтығы $(2 \pm 0,5) \text{ с}$;
- батыру тереңдігі – орнату жазықтығынан немесе резистор корпусынан науадағы дәнекер деңгейіне дейін қашықтық $(2 \pm 0,5) \text{ мм}$



3.1-сурет. Корпус беріктілігіне сынау үшін резисторды бекіту:

1 — тексеруге арналған құрылғы (түйіршік); R— дөңгелену радиусы; L—тірек нүктелерінің орналасуы

Батырған соң сыртқы шығарылатын өткізгіштерлі зерттейді, қалайылау сапасын тексерелі (өткізгіштерді сулағн кезде дәнекердің еркін ағуы).

Чип-резисторларды (SMD корпусында) тексеруді белсенді емес жұмыс температурасына дейін қыздырылған дәнекерлеу флюсін шамамен 2 с батыру арқылы жүргізеді, флюс артықтарының ағуына мүмкіндік береді. Содан соң чип-резисторларды дәнекерлеу науасына 10 мм тереңдікке батырады. Дәнекерлеу науасының температурасы $(235 \pm 5)^\circ\text{C}$, ал батыру ұзақтығы $(2 \pm 0,5)$ с болу керек. 60 минут суытқан соң, чип-резисторды 10 есе ұлғайтып қарап тексереді: олардың бетінде зақымдану белгілері болмау керек, бүйір беттері мен түйсіктік алаңдары тегіс және жылтыр дәнекермен, микросаңылаулар немесе жабыспайтын жерлер сияқты аздап таралған ақаулармен біртекті жабылу керек.

Нақыштаушы және айнымалы резисторларды тексеру кезінде, олардың кедергісі жылжымалы түйсіктік (сырғытпа) өс(жылжу) айналғанда нөлден номиналды мәнге дейін бір сарынды өзгереді, ең алдымен шеткі сұлба бойынша) сыртқа шығарылатын өткізгіштер арасында өлшеп, максималды және минималды кедергі мәнін анықтайды да, ток жүргізетін қабат пен сырғытпа арасындағы түйсік сенімділігін орнатады, ол үшін омметрді сырғытпаның ортаңғы сыртқа шығарылатын өткізгішіне және әрбір шеткі өткізгіштерге кезегімен қосады. Сырғытпа өсінің шеткі күйге айналу кезінде «А» тобы айнымалы резисторы кедергісінің өзгеруі (оның өстің бұрылу бұрышына немесе қозғалтқыш күйіне сызықтық тәуелділік) бір сарынды және сызықтық болу керек, ал «Б» немесе «В» тобы резисторлары (логарифмдік тәуелділік) бір сарынды және сызықтық емес сипатта болу керек. Айнымалы (нақыштаушы) резисторларды бақылаған езде келесілерге назар аударады:

- қозғалтқышты өткізгіш қабатымен түйсігінің бұзылуына;
- түйсік ішінара бұзылып және резистор кедергісі шамасының үлкен жаққа өзгеріп, өткізгіш қабаттың механикалық тозуы;
- өткізгіш қабатты күйюі, әдетте шеткі өткізгіштің бірі.

Қосарланған құрылымы бар және электрлік каскадтар теңгерімін реттеуде (көбіне стереокүшейткіштерде) қолданылатын айнымалы резисторлар үшін әрбір резистор жартысын жеке тексереді. Дауысты реттегіштерде қолданылатын айнымалы резисторларда кейде тонкомпенсация тізбектеріне қосуға (жиілік сипаттамаларын өзін-өзі реттеу) арналған өткізгіш қабаттан сыртқа шығарылған өткізгіштері бар, оларды өткізгіш қабатымен сыртқа шығарылатын өткізгіштердің түйсіктің болуын омметрмен тексереді.

Фото- және терморезисторлар үшін маңызды сипаттама кедергінің екі номиналы болып табылады: бірі – жарықтандыруға дейін немесе суық күйде («қараңғылық», «суық»), ол анықтамалықта көрсетіледі, екіншісі – жарықтандыруда немесе кез-келген шаммен қыздырғанда, ол «қараңғылық» («суық») кедергіден шамамен 10-150 есе аз болу керек.

3.2. КОНДЕНСАТОРЛАРДЫ ТАҢДАУ, СЫНАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАСИЕТТЕРІН ТЕКСЕРУ

Конденсаторларды бірден оның сыйымдылығына немесе жұмыс кернеуіне байланысты танықталмайды. Нақты конденсатор өтпелі ток ағындылы есебінен қуаттың жоғалуына әсер ететін, белсенді кедергілер шығындары мен сыйымдылық болып табылады. Шығындар кедергісі жұмыс жиілігінде диэлектрлік шығындар бұрышының тангенсімен сандық бағаланады. Конденсатор қасиетіне сонымен қатар астар мен сыртқа шығарылған өткізгіштердің паразиттік индуктивтілігі де әсер етеді, олар паразиттік резонанстық контурлардың пайда болуына алып келеді. Осы факторлардың конденсатордың жұмыс қабілеттілігіне тигізетін әсерін толық болдырмауға болмайды, бірақ олардың жасау технологиясы мен қолданылатын материалдарға байланысын ескеріп, конденсаторларды дұрыс таңдау кері факторлардың әсерін бейтараптауға мүмкіндік береді, мысалы, жоғары жиілікте тізбектерді шешу үшін қолданылатын монолитті қыш конденсаторлардың жақсы жиілік сипаттамалары, шағын габариттері және жоғары тұрақтылығы бар, бірақ олардың төмен температурада сыйымдылығының күр төмендеу тенденциясы бар. Сондай-ақ оксидтік конденсаторлар да тұрақсыз, оларда сонымен қатар төмен температурада шығын бұрышы тангенсі ұлаяды.

Сұйық немесе паста тәрізді электролиттері бар оксидтік конденсаторлардың барлық типтері 60 °C төмен температурада мүлдем дерлік жұмыс қабілетсіз. Қағаз, металлқағаз, электролиттік, сонымен қатар кейбір үлдірлі конденсаторлар және слюдалық сығыдалған конденсаторлар жоғары сыйымдылыққа ие және тұрақты, айнымалы және пульсті ток тізбектерінде бұғаттаушы, бөлгіш және сүзгіш элементтер ретінде қолданылады, бірақ бұл жағдайда ылғалтұрақтылығы ең аз. Олардың ішіне ылғалдың енуі олардың оқшаулағыш кедергісін төмендетеді (әсіресе жоғары

температурада) және электрлік беріктігін азайтады, шығын бұрышы тангенсін ұлғайтады да, сыйымдылығының өзгеруіне алып келеді. Айнымалы немесе пульсті ток тізбектеріндік жұмыс істеу үшін бөлгіш, сүзгіш және термокомпенсациялайтын конденсаторлар ретінде жиіліктің қасиеттері мен термотұрақтылығы ескеріліп, қыш, шыны-қыш және шыны конденсаторлар таңдалады.

Конденсаторлардың қасиеттері бірқатар факторлармен анықталады: диэлектрик типі, астар материалы, паразиттік индуктивтілік мәні және эквиваленттік кезекті кедергі мәні, құрылымы және т.б. Конденсаторларлы оқшаулағыш типіне және олардың құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты қолдану мүмкіндігі туралы мәліметтер 3.1-кестеде келтірілген.

Конденсаторларды көзбен шолып бақылағанда маркіленудің анықтығы мен дұрыс орындалуына назар аударады (электролиттік конденсаторларда номинал, жұмыс кернеуін және полярлық көрсетіледі, ал қыш конденсаторларда – номинал көрсетіледі және корпус түсі бойынша сыйымдылықтың температуралық коэффициентін (СТК) анықтайды, корпуста сызаттар мен майысу болмауына, лак қабатының сапасына және сыртқа шығарылған өткізгіштердің қалайылану сапасына, ширатылу іздеріне, қалыптау және майысуына назар аударады.

Конденсатордың жағымсыз қасиеттері электр жүктеменің ұзақ мерзім әсер еткенде сыйымдылық пен бұрыш тангенсінің температура мен жиілікке тәуелділігі өсуі болып табылды. Бұл үдеріс қарқынды түрде шағын өлшемді алюминий конденсаторларында жүеді, нәтижесінде қызмет көрсету мерзімі бірнеше жүз жұмыс сағатына дейін қысқарады. Конденсатор корпусының қампауы бұл құбылыстың бір белгісі болып табылады.

Айнымалы токта конденсатордың жұмыс істеу сапасын олардың номиналдарының жиілігіне әлсіз тәуелділігі анықтайды, бұған қыш конденсаторлар, слюдалы және полярлы емес үлдірлерден (полистерол, полипропилен және т.б.) жасалған конденсаторлар көп дәрежеде ие. Сыйымдылықтың жиіліктен жоғары тәуелділігі электролиттің үлкен меншікті кедергісінен оксидті конденсаторлар (әсіресе сұйық электролиті бар) туындалады, олар жиілікке тәуелді болып табылады. Олардың жиілікпен бірге сыйымдылықтың күрт азаюы жүз герцтен бастап байқалады. Оларды тек төмен жиіліктерде сүзгіш конденсаторлар ретінде қолданады.

Ертеректе айтылғандай, электр тізбегіне қосылған әрбір конденсаторда энергия шығындары жүреді, негізінен диэлектрик материалында, сонымен қатар сыртқа шығарылатын өткізгіш арасында оқшаулағыштың жеткілікті болмауы салдарынан туындалады.

3.1-кесте. Өртүрлі типті конденсаторлар мен оқшаулағыштардың салыстырмалы қасиеттері

Оқшаулағыш типі	Қасиеттері	Қолданылуы
Қыш	Кішігірім өлшемдер, сыйымдылықтар диапазоны 0,1 пФ-дан 100 мкФ дейін	Жоғары жиілікті тізбектерде, импульстік құрылғылардағ теледидар мен мониторлар ұңғыларда, жоғары вольтті тізбектерде жұмыс істейді
Полипропилен, полистирол	төмен шығын бұрышы тангенсі, жоғары диэлектрлік беріктігі, төмен гигроскоптығы және жоғары оқшаулағыш кедергісі. Сыйымдылығы 1 000 — 5 000 пФ, жұмыс температурасы -20 — +65 °С	Шыңдық детекторлар және іріктеме және сақтау құрылғылары үшін, сонымен қатар уақыт берілетін тізбектер үшін; бір фазалы электрлік қозғалтқыштарда іске қосу құрылғысы ретінде жұмыс істейді
Тефлон	Төмен диэлектрлік шығындар. Жұмыс температурасы 250 °С дейін, жоғары оқшаулағыш кедергісі, параметрлер тұрақтылығы	ЖЖ және АЖЖ-диапазонды сұлбаларда қолданылады
Электролиттік (алюминийден жасалған қоршау)	Сыйымдылық диапазоны 0,1 — 2 200 мкФ; тұрақты токқа жоғары кедергі, ұзақ мерзім қызмет көрсету, токтың біршама пульстарында жұмыс қабілетті; қысқа температуралық диапазон	Телекоммуникациялық және өткізгіштік құрылғылардың әртүрлі типінде, аудио- және бейне техникасында қорек көздерінде
Электролиттік (танталдан жасалған қоршау)	Шағын өлшемдер; үлкен номиналдар — 0,1 — 1 000 мкФ; температуралық диапазон -65—+125 °С. Кіші паразиттік индуктивтілік, жоғары сенімділік және параметрлер тұрақтылығы	Жоғары сапалы қорек блоктарында, цифрлық сұлбаларды қоректендіру бойынша сүзгілерде

Конденсаторы бар тізбекте шығындардың болуына байланысты ток I мен кернеу U арасындағы фазалық ығысу φ әрқашан 90° аз. Бұл жағдай шығындартангенсі мәнін анықтайды, ол мына формуламен есептелді

$$\operatorname{tg} \delta = 1/(2\pi f C R_y), \quad (3.2)$$

мұндағы R_y — ағып кету кедергісі, Ом; C — номиналды сыйымдылық, Ф; f — жиілік, Гц.

Конденсатордағы шығындарды кейде қуат коэффициентімен $\cos \varphi$ немесе жанама ағып кету тогымен I_y өрнектейді. Шығындары аз конденсаторлар үшін ($\operatorname{tg} \varphi < 0,001$) келесі түрде қабылдаған жөн:

$$\operatorname{tg} \delta \sim \cos \varphi. \quad (3.3)$$

Ең көп шығындар электролиттік және қағаз конденсаторларында, ал ең аз-қыш конденсаторларда болады.

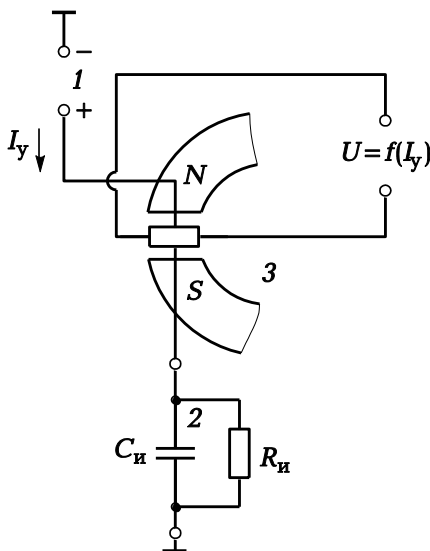
Кірме бақылау кезінде конденсатор сапасын арнайы өлшегіштерсіз анықтау біршама қиын. Олардың кедергісі ондаған және жүздеген мегаом құрайды. Оны сыйымдылығы 0,05 мкФ конденсаторларда кәдімгі омметр көмегімен өлшеу мүлдем дерлік мүмкін емес, ол үшін вольтметр-амперметр, сарыстыру (орын ауыстыру), көпірлік және резонанстық әдістер және микрофарадометрлер қолданылады. Токтың үлкен ағып кетуі мен қысқа тұйықталуларын қарапайым тестер көмегімен анықтауға болады. Бұл жағдайда бағдарлы индикаторы бар аналогтық электрондық тестер қолдануға болады. Омметрдің межелігін қосқышты ең үлкен кедергілер мәнін өлшеуге сәйкес күйге орнатады. Аспапты конденсаторға полярлықты сақтай отырып қосады. Егер конденсатор жөнді болса, онда аспап бағдары күрт нөлдік мәнге (зарядталу) айытқу керек, содан соң ең үлкен кедергіге сәйкес күйге қайтып келу керек («шексіздік»). Егер аспап бағдары 50-100 кОм мәнге дейін жылжыса, бұл оқшаулағыштың төмендетілген кедергісін білдіреді. Конденсаторды зарядтау-ажырату кезінде аспап көрсеткіштерінің болмауы бір жері үзілгенін білдіреді. Конденсаторды өлшеу әдістері туралы толығырақ [1] танысуға болады.

Конденсатор сыйымдылықтарын рұқсат етілген өлшеу қателігі оларды пайдалану саласына байланысты. Тербеліс жүйелерінің құрамына кіретін конденсаторлардың жүйесі өте мұқият - 1 % дейін

қателікпен анықталу керек. Желілік байланыс аппараттарында бұғаттаушы және бөлгіш конденсаторларды таңдаған кезде және басқа жағдайларда әдетте ауытқу (20 — 50% дейін) және сыйымдылықтарды қарапайым әдістермен өлшеу, соның ішінде тестерге жабдықталған аспаппен өлшеуге рұқсат етіледі.

Сыйымдылығы 0,01 мкФ басталатын және одан жоғары полярлы емес («қыш») конденсаторлардың үзілуін тексеруді конденсатора айнымалы кернеу тізбегіне (сынақ кернеуі деңгейі оның номиналына сәйкес келу керек) қосып, шығатын дабылды айнымалы кернеу вольтметрімен, осциллографпен немесе жиілікөлшегішпен бақылауға арқылы жүргізеді.

Ағып кету кедергісінің мәнін дәл өлшеу (тұрақты токта) индукторлық немесе электрондық мегомметрмен жүргізеді. Электролиттік конденсаторларды сынақ аспабына қорек көзінің полярлығын ескеріп жалғайды. Ағып кету кедергісін өлшеу кезінде аспап көрсеткіштерін кернеу берілген соң 10 минуттан кейін өлшейді, бұл кезде зарядтау үдерісі аяқталған деп саналады. Ағып кету тогын өлшеуді 20 °С температурада номиналды кернеуді берген соң 5 минуттан кейін орындайды. Өлшенген мән формула бойынша есептерген мәнмен салыстырылады:



3.2-сурет. Холл датчигінде токтың ағып кетуін анықтау сұлбасы:
1 — кернеу көзі; 2 — өлшенетін конденсатор; 3 — Холл датчигі

$$I_y \leq 0,3 \text{ мкА} (C_r V_r)^{0,7} + 1 \text{ мкА}, \quad (3.4)$$

мұндағы C_r және V_r — конденсатордың сыйымдылығы және кернеу құлауы, сәйкесінше мкФ және В.

Полярлы емес конденсаторларда тоқтың ағып кетуіг анықтаудың қарапайым сұлбасы 3.2-суретте келтірілген.

3.3. ЭЛЕКТР СҰЛБАЛАРЫНЫҢ ИНДУКТИВТІК ЭЛЕМЕНТТЕРІН ТАҢДАУ, ОЛАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАСИЕТТЕРІН СЫНАУ ЖӘНЕ ТЕКСЕРУ

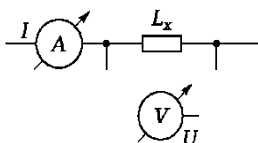
Электр сұлбаларда индуктивтік элементтерді қолданудың жан-жақтылығы (индуктивтілік катушкаларын сүзгілер мен резонанстық контурлар элементтері ретінде, төмен жиілікті (ТЖ) бөгеттерді сүзуге арналған дроссельдер, энергияны түрлендіруге арналған трансформаторлар) олардың параметрлері мен пайдалану қасиеттері бақылау маңыздылығын анықтайды.

Индуктивтік элементтерді кірме бақылау кезінде төмендегілерді тексереді:

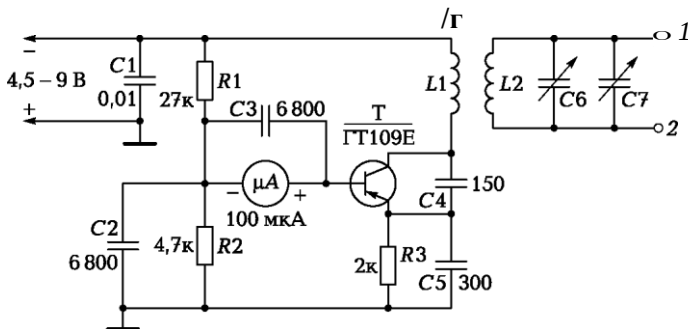
- сыртқа шығатын өткізгіштердің сапасы, олар қалайылану керек, беті бұдырсыз және үшкір ұштарсыз болу керек;
- маркілеу анықтығы мен мазмұны («үлкен» катушкалар үшін сыртқы қабатына көрінетін жерге басылады, ал шағын өлшемді үшін — түрлі түсті жолақ түрінде белгіленеді) және әртүрлі орталарда олардың беріктілігі;
- габариттік, қондырылу және жалғау өлшемдері.

Индуктивтілік катушкаларының электрлік параметрлерін анықтау тәсілдері көбінесе конденсаторларды зерттеу кезінде қолданылатын тәсілдерге сәйкес келеді, бірақ оның өзіндік ерекшеліктері де бар. Үлкен индуктивтіліктерді анықтау үшін 3.3-суретте көрсетілген вольтметр-амперметр әдісі қолданылады.

Өлшеуді дәлірек жүргізу үшін, соның ішінде аз индуктивтілікті өлшеу үшін көпірлік немесе резонанстық әдіс қолданылады, ол[1]



3.3-сурет. Вольтметр — амперметр әдісі бойынша индуктивтілікті қосу сұлбасы:
 A — амперметр; V — вольтметр; L_x — өлшенетін индуктивтілік



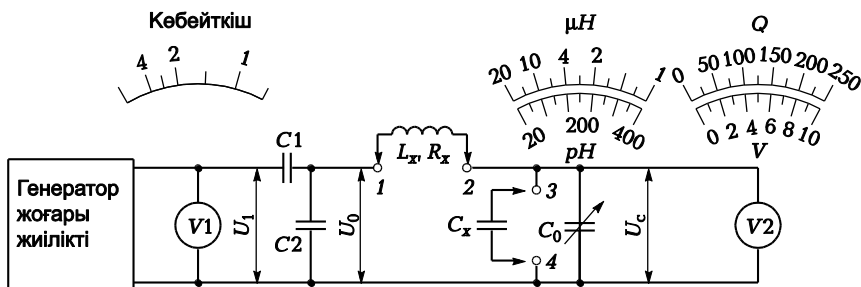
3.4-сурет. Индуктивтіліктерді резонанстық өлшеу сұлбасы:
1 және 2 — индикаторды қосуға арналған түйсіктер

толық сипатталған. Бұл өлшеу түрінің ерекшелігі оның нәтижелерінің үлгілік элементтерді орындау сапасы мен дәлдігіне тәуелді.

Тәжірибеде индуктивті элементтермен жұмыс істеудің маңызды мәселесі қысқа тұйықталған орамдарды айқындау болып табылады, олар РЭА жұмысының тоқтар қалуына алып келеді. Көбінесе қысқа тұйықталқ орамдарының болмауына тексеру зерттелетін катушканы автогенератордың тербеліс контурының құрамына кіретін басқа катушканың жанына орналастырады, ондағы тербелістерді болуы және олардың деңгейі 1 және 2 түйсіктерге қосылған электрондық-жарықтық индикатор арқылы бақыланады. Қысқа тұйықталған орамдары бар катушка онымен байланысқан тізбекке белсенді шығындарды енгізеді де, төзімділігін азайтып, нәтижесінде автогенератордың тербеліктің әлсіреуі немесе кейде үзілуі жүреді. Бұндай типті сезімтал аспап мысалы, 3.4-суретте келтірілген сұлба бойынша дайындалған генератор бола алады. Қысқа тұйықталған орамдары бар катушка L_2 контурлық катушкаға L_1 келтіріліп, микроамперметрдің μA көрсеткіштерінің көрінерлік өсуін тудырады.

Катушкалардың төзімділігін өлшеуге арналған әмбебап құрал (конденсаторлар параметрлерін сияқты) куметр болып табылады, олардың әрекеті резонанстық құбылыстарды пайдалануға негізделген, нәтижесінде төзімділігін, индуктивтілігін, сыйымдылығын, өзінің резонанстық жиілігін және бірқатар басқа параметрлерді өлшеуге мүмкіндік береді.

Куметрдің функционалдың сұлбасы 3.5-суретте келтірілген, ол үш негізгі құрам бөліктен тұрады: жоғары жиілікті генератор, өлшеу контуры және резонанс индикаторы. Генератор кең,



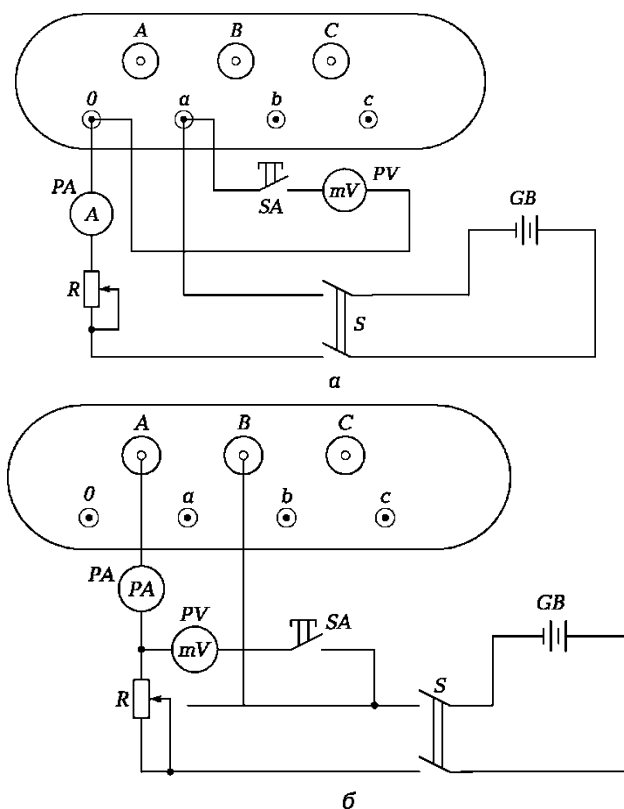
3.5-сурет. Куметрдің функционалдық сұлбасы

жабылатын жиіліктер диапазонында жұмыс істейді, мысалы, 50 кГц-тен 50 МГц дейін, ол көптеген өзгерістерді зерттелетін элементтердің жұмысшы жиілігінде жүргізуге мүмкіндік береді. Зерттелетін индуктивтілік катушкасы L_x , R_x қысқыштар 1 және 2 арқылы өлшеу контурына кезегімен айнымалы сыйымдылықтың тірек конденсаторымен C_0 және байланыс конденсаторымен C_1 жалғанады. Контурда туындалатын ток конденсаторда C_0 кернеудің құлауын u_c тудырады, ол жоғары жиілікті вольтметрмен V_2 өлшенеді. Конденсаторлар параметрлерін өлшеу кезінде олар 3 және 4 ажыратқыштарға қосылады.

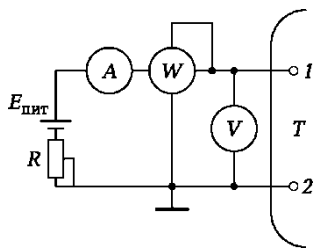
Трансформаторларға ерекше тексеру және сынау түрлерін жүргізеді. Сыртқы шолу егер тек қаптау қағазының жануы немесе қараюы жүрмесе, көбінесе олардың жұмыс қайлеттілігі туралы сенімді ақпарат бермейді. Ішкі ақаулар пайдалану барысында төмендегідей жайттар туындалуы мүмкін: өткізгіштер орамдарының өзара және сыртқа шығарылатын өткізгіштермен түйсіктік жалғанудың бұзылуы, орау сымында мыс қимасының азаюы, сыртқа шығарылатын өткізгіштердің сығымдалуының ыдырауы. Орамдарға өтпелі ток пен діріл әсері тигізілу мүмкін, бұл жергілікті күйюіне, түйсіктерден дәнекердің балқуына, мыс бөлігінің күйюіне, деформацияға, үзілуге (күйю) немесе орамдардың тұйықталған немесе ток жүргізетін бөлікке тұйықталуына алып келуі мүмкін. Трансформатордың сапасы туралы қорытынды шығаратын маңызды параметрдің бірі орамдардың кедергісі болып табылады, олар пайдалану барысында онша көп өзгермеу керек және зауыттық мәліметтерден 2 % дейін ғана ерекшелену керек.

Күш трансформаторларының алғашқы орамдарының кедергісі өте аз. Оны өлшеу үшін тұрақты токтың қос көпірін немесе вольтметр-амперметр әдісін қолданады, оның ділдік классы 0,5-1,0 аз болмау керек. Тұрақты токқа кедергіні өлшеу арқылы түйсіктік

байланыстың нашарлануын басталуын, дәнекерлеудің бұзылуын, орамның бір параллель тармағының үзілуін айқындауға болады, сонымен қатар түйсіктер сапасын бағалауға болады. Аз кедергілерді (1 Ом аз) өлшеу кезінде вольтметрдің өлшегіш сымдарын трансформатор орамдары қысқыштарына тікелей, 3.6, а -суретте көрсеткендей жалғайды, ал үлкен кедергілерде 3.6,б-суретте көрсетілген сұлбаны қолданады: бұл жағдайда жалпы өткізгішті 0 қолданады. Өлшенетін тізбекте ток орнатылған мәнге жеткен соң, вольтметрді әске қосады, ал ажыратқанда SAпернесін басады. Резистормен R қажетті сынақ тогын орнатады, ол трансформатор орамы арқылы өтеді.



3.6-сурет. Трансформатор орамдары өткізгіштерінің кедергісін өлшеу сұлбасы: а — аз кедергілерді өлшеу; б — үлкен кедергілерді өлшеу; SA — өлшеу тісбегін қосу пернесі; S — қоректі қосу тумблері; 0, а, b, c — үш фазалы трансформатордың сәйесінше нөлдік және фазалық түйсіктері



3.7-сурет. Трансформатор шығындарын өлшеу сұлбасы :

$E_{\text{пит}}$ — кернеу көзі; R — айнымалы резистор; A — амперметр; V — вольтметр; W — ваттметр; T — трансформатор

Бос жүріс тәжірибесі трансформатор орамдары мен магнит өткізгіштерінің кейбір ақауларын анықтауға мүмкіндік береді. Ол трансформатордың бір орамын номиналды және төмен кернеу беру арқылы орындалады, мысалы біріншісіне береді, ал зерттелетін орам ажыратылу тиіс. Бақылау аспаптары ретінде амперметр, вольтметр және ваттметр қолданылады. Номиналды кернеу кезіндеток пен бос жүріс шығындарын, ал төмен кернеуде – орамдар күйін тексереді. Бос жүріс шығындарын өлшеуге арналған сұлба 3.7-суретте келтірілген. Аспаптарды кезегімен қосады: алдымен амперметр жіне ваттметрдің ток орамын, содан соң ваттметрдің кернеу орамын және вольтметр. Трансформатордағы шығындарды мына формуламен анықтайды:

$$P_{\text{ном}} = P(I_a U_V) - P(P_w), \quad (3.5)$$

мұндағы $P_{\text{пот}}$ — трасформатордағы шығындар, Вт; $P(I_a U_V)$ — трансформаторға берілетін қуат, Вт; $P(P_w)$ — трансформатор орамдарынан бөлінетін қуат, Вт.

Бос жүрістің амперметрмен A белгіленетін номиналдыға қатысты токтың артық мөлшері сапасыз жинақталуын немесе дестелеу (пластиналарды сапасыз оқшаулау) туралы, түйіскен жерде бос қуыстың ұлғаюын немесе магнитөткізгішінде темір мөлшері қажетті мөлшерден аз қолданылғанын білдіреді. Бос жүрістегі шығындар (токтың азаюы) орамдағы ақауларға байланысты ғана емес, сонымен қатар магнитөткізгішінің электротехникалық болат беттерінің тұйықталуы есебінен ұлғаяды. Беттердің зақымдануы діріл әсерінен жеке беттер арасындағы оқшаулағыштың тозуынен, сонымен қатар оқшаулағыш ақауларынан немесе беттер шетінде қылау болуынан туындалуы мүмкін.

Егер коректендіргіш кернеуді берген кезде және жүктемені трансформатордың екінші орамына қосу кезінде әр жері аса қызып кетсе – бұл дамып келе жатқан зақымданудың белгісі. Магнитөткізгішінде, құрылымдық элементтерде немесе трансформатор корпусының жеке жерлерінде аса қызып кету

қарағанда жиі кездеседі. Аса қызып кету метл түсін құбылмалы түске енгенше өзгертеді және сырттай шолу кезінде айқындалады. Трансформатор істен шыққан кезде, егер аса қызып кетудің сыртқы белгілері болмаса, онда бұзылу себебі – орамда қысқа тұйықталған орамның болуы болып табылады.

Трансформатордың негізгі параметрлерінің бірі – трансформация коэффициентін оларды қосу сұлбаларын ескеріп, жоғары (ЖК), орташа (ОК) және төмен (ТК) кернеулі орамдардың кернеуіне қатысты анықталады. Ол үшін дәлдік классы 0,5 аз емес екі вольтметр әдісін қолданады: бір фолтметр бірінші орамның кіруіндегі кернеуді белгілейді, екіншісі – туынды орамның шығуындағы кернеуді өлшейді. Бір ғана шарт тар: жүргізілетін кернеу номиналдыміннен бір немесе бірнеше ондық пайызынан аспау керек, мысалы, 220 В кернеуге есептелген орам үшін жүргізілетін кернеу 22 В аспау керек.

Орам сапасын бағалау үшін бірінші орамға сыйымдылығы 0,1 — 1,0 мкФ конденсатор арқылы 10—100 кГц жиілікті 5—10 В синусоидтық кернеу беріледі, ал туынды (зерттелетін) орамда осциллограф арқылы шығуындағы кернеуді өлшейді. Жөнді трансформатор үшін кез-келген туынды орамда шығуында «таза» синусоида ауытқусыз және «дөңестерсіз» әсер етеді, жиіліктің барлық диапазонындағы бұрмалаудың болуы орамдағы орам аралық тұйықталуды білдіреді. Бұл әдіс белгілі бір ықтималдылық дәрежесімен қоректендіру трансформаторларын, бөлгіш трансформаторларды және ішінара импульстік және жолақтық трансформаторларды іріктеп, жарамсыздарын алып тастауға мүмкіндік береді.

3.4. ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ ҚҰРАМ БӨЛІКТЕРДІ ТАҢДАУ, ОЛАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАСИЕТТЕРІН СЫНАУ ЖӘНЕ ТЕКСЕРУ

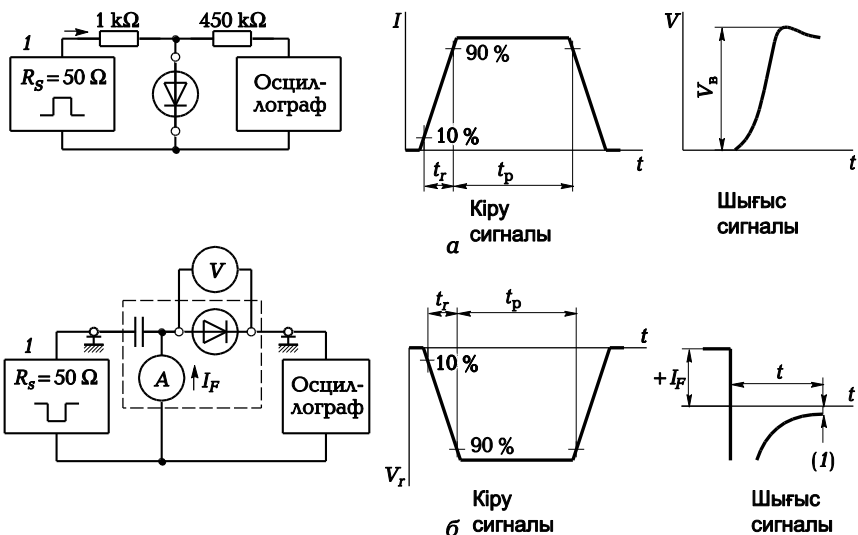
3.4.1. Диодтарды таңдау және жұмыс қабілеттілігін бақылау

Диодтар — РЭА-да кең тараған жартылай өткізгіш элементтер. Олар түзету тізбектерінде жұмыс нүктелерін ажырату және ығыстыру элементтері ретінде қолданыс тапқан, диодтарда демодуляторлар және цифрлық, импульстік

импульстар шектегіштер мен түрлендіргіштердің сұлбаларын құру үшін қолданылады. Олардың орналасу жері мен тағайындалуы олардың параметрлері мен сипаттамаларына ерекше көңіл аударып анықталады. Диодтарды таңдау тура және кері кернеу, тура және кері ток, жиілік сипаттамалары бойынша таңдалады. Сыртқы түрін қарап тексергенде маркілеуді, лак қабатының күйінтексереді; олбіртекгі, катодты білдіретін жолағы оңай білінетін болу керек; диодтардың сыртқа шығарылатын өткізгіштері қалайыланбайды.

Пайдалануға диодтарды сынау кезінде импульстік және цифрлық тізбектерде 3.8,а-суретте көрсетілген сұлбаны қолданады.

Тесттік дабыл ретінде шығуындағы кедергісі R_s болатын импульстік генератор 1дабылы қолданылады, ол зерттелетін диодтың максималды рұқсат етілген тура тоқты 3,14 есе артатын амплитудамен ток I импульстарын қолданады. Импульс ұзақтығы t_p нақты диодтар типіне арналған техникалық шарттардан анықталады - 10, 40 және 100 мкс, бұл жағдайда диод толық қосылады, бірақ өлшеу уақытында р-п-өткелінің біршама қызуын тудырмайды. Шындық детектор құрастырылған құрама өлшеу аспабын қолдануға болады. Амперметр A , 1 кQ кедергімен тізбектеп жалғанып, ток



3.8-сурет. Диодтарды сынауға арналған сұлбалар:

а — тура бағытта диодты сынауға арналған сұлба; б — кері бағытта диодты сынауға арналған сұлба

Импульстарының амплитудалық мәндерін өлшейді, ал 450 кВ тең, осциллограф және кедергі орнына қосылған вольтметр V тура кернеудің лездік мәнін өлшейді. Егер импульстік тура кернеу ТШ орнатылған нормадан асып түспесе, диод жарамды болып саналады.

Кері қосу кезінде диод параметрлерін 3.8,6-суретте келтірілген сұлба бойынша тексереді. Бұл жағдайда импульстік генератор 1 сұлбаға кернеу импульстарын V береді, ол диодтың максималды кері кернеуінің 90 % құрайды. Тесіп өту кернеуін өлшеу үшін кернеу импульсі амплитудасын көзден 1 аспап типіне сәйкес амперметрмен A белгіленетін кері ток мәніне жеткен сәтке дейін нөлден бастап ұлағайтады. Вольтметр көмегімен V тесіп өту кернеуін өлшейді, ал осциллографпен шығу кернеуі пішінін бағалайды.

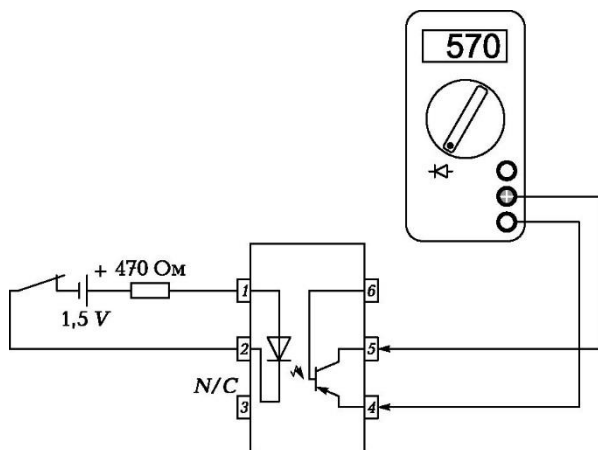
Диодтың ажыратып қосу және жиіліктік қасиеттерін анықтайтын өткел сыйымдылығын қарапайым сыйымдылықты өлшеу әдістерімен өлшейді – көпірлік, резонанстық, куметрмен. Бұл жағдайда р-п-өткелдің толық кернеуі зарядтық және диффузиялық сыйымдылықтар қосындысымен анықталатынын ескеру керек. р-п-өткелін тура бағытта қосу кезінде диффузиялық сыйымдылық басым болады, ал кері бағытта қосқан езде – зарядтық сыйымдылық басым болады (бұнда диффузиялық сыйымдылық өте аз, оны ескермесе де болады). Сондықтан нәтижелердің дәлдігі үшін бұл өлшеулерді диодтың тура және кері қосылуы кезінде анықтайды.

3.4.2. Бір р-п-өткелі бар жартылай өткізгішті басқа аспаптарды тестілеу ерекшелігі

Электр тізбегін гальваникалық тармақтау үшін, мысалы, импульстік қоректендіру блоктарына, *оптожұптарды* қолданады, олар екі бөліктен тұрады – сәулелену көзі (әдетте ИҚ-жарық диоды) және фотоқабылдықшы, ол сәулелену көзін қосқан кезде ашылады.

Оптожұптарлы ашылу кернеуі бойынша бұл әдетте 5 және 10 В және рұқсат етілен ток бойынша (0,5; 30 және 150 мА) таңдайды. Оптожұптарлы тексеру және сынау үшін 3.9-суретте көрсетілген сұлбаны қолданады.

Оптожұптың жарық диоды бөлігіндегі анодқа 1 оң кернеу берілген кезде жарық фотондары сәулеленеді, олар фототранзистордың базасына б түседі де, ол ашылады, тестер ашық

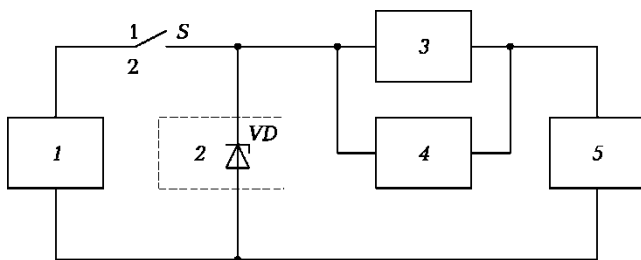


3.9-сурет. Оптожұпты тексеру сұлбасы:

1 — жарық диоды аноды; 2 — жарық диоды катоды; 3 — қосылмаған; 4 — фототранзистор базасы; 5 — фототранзисторколлекторы; 6 —

p-n-өткелінің кернеуін белгілейді. Фототранзистор орнына фотодиод, фототиристор немесе фоторезистор қолданылуы мүмкін. Бұл сұлбаны МЕСТ 24458-80 сәйкес токты өлшеу үшін де қолданады.

Стабилитрондар электр тізбегінде кернеуді немесе оның шектеулерін тұрақтандыру үшін қолданылады, олардың пайдалану сипаттамаларына кернеу және тұрақтандыру тогы, оның жұмысының тұрақтылығын анықтайтын дифференциалды кедергі жатады. Бұ параметрлерді 3.10-суретте көрсетілген сұлбаға сәйкес тексереді.



3.10-сурет. Стабилитрондар параметрлерді өлшеу сұлбасы:

1 — ток көзі; 2 — сынақ стабилитрон; 3 — ток өлшегіш; 4 — тұрақтандыру тогы артуынан сақтандыру; 5 — тірек кернеуі көзі

Ток көзі 1 қосқыш Сарқылы стабилитронға 2-нң қоректендіру шинасымен қосылады. Тірек кернеуі 5 көзінің кернеуі тұрақтандыру кернеуіне жақын болу керек, Қорғағышы 4 бар өлшеу аспабы 3 көмегімен ток өлшейді, тұрақтандыру кернеуін тірек көмен ток көзі көрсеткіштерінің қосындысы ретінде анықталады, дифференциалды кедергі - ток көзі көрсеткіші және өлшегіш 3 көрсеткіші бойынша анықталады.

3.4.3. Тиристордың жұмыс қабілеттілігін бақылау және сынау

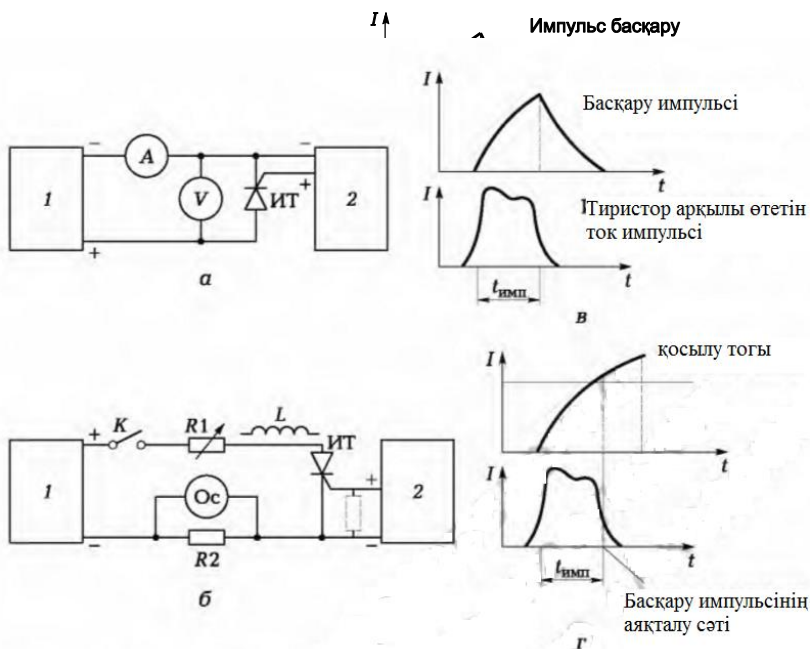
Тиристорлар басқарылатын жартылай өткізгіш элементтер классына жатады, оларды қуатты рттеу тізбектерінде және электрондық кілттер ретінде қолданады. Тиристорлардың негізгі пайдалану параметрлеріне токты ұстап тұратын максималды рұқсат етілген тура және кері кернеу, ашу тогы, қосу кернеуі жатады.

Тиристорларды тексерудің қарапайы әдісі мультиметрді қолданып жүзеге асырылуы мүмкін: аспаптың плюсін катодқа, ал минусын – анодқа қосады. Жөнді тиристордың кедергісі бірнеше мегаом құрайды, ал бұзылғын – нөлше жақын. Егер жөнді тиристордың анодын бір сәтке басқарушы электродқа (БЭ) қосса, аспап қысқа тұйықталу кедергісін көрсетеді.

Тиристорларды сынау және олардың пайдалану қасиеттерін тексеруді 3.1-суретте көрсетілген сұлбалар мен графиктер бойынша жүргізеді.

3.11,а-суретте сұлбада ток көзі 1 максималды рұқсат етілген орташа токтан 3,14 есе көп амплитудалы ток импульстарын қамтамасыз етеді, ал ұзақтығы тиристордың нақты типіне тәуелді. Амперметр А ток импульсі мәндерін, ал вольтметр V — ашық күйде кернеудің лездік мәндерін белгілейді. Басқару импульстарының көзі 2 зерттелетін тиристордың толық қосылуы үшін жеткілікті амплитудамен және импульспен ток импульсін қамтамасыз етеді. Мысалы, кең тараған тиристор үшін ашық тиристор кезінде импульстік кернеу мәнін тексершенде амперметр А бойынша ток импульсін орнатады және вольтметр V көмегімен тиристордың толық қосылуы кезінде кернеудің лездік мәнін өлшейді: бұл кернеу ТШ бойынша нормалардан асып кетпесе, тиристор сынақтан өтті деп есептеледі.

Төлқұжат мәліметтері бойынша тиристорды қосу тогын тексеруді 3.11,б-суретте көрсетілген сұлба бойынша жүргізеді.



3.11-сурет. Пайдалану параметрлерін тексеру үшін тиристорды өлшеу желісіне қосу сұлбасы:

а — тура ток пен кернеуді тексеруге арналған сұлба; *1* — ток көзі; *2* — басқару импульсі көзі; *б* — қосу тогын тексеруге арналған сұлба; *1* — тұрақты кернеу көзі; *2* — басқару импульсі көзі; *Ос* — осциллограф; *в* — тиристорды қосу кезінде ток (кернеу) импульсі түрі; *г* — тиристордың қанығуы кезінде ток (кернеу) импульсі түрі

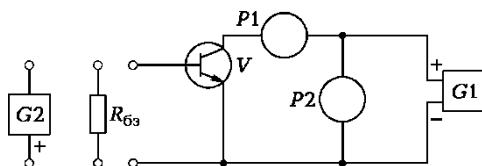
Сұлба тұрақты кернеу көзімен $1 (+12 \text{ В})$ қоректендіріледі. Резистор $R1$, оның орнына қолдаылуына болатын реостат тиристордың ашық күйінде токтың қосылуын оның минималды мәннен нормаға дейін бір сарынды реттеуін қамтамасыз етеді. Тиристордың жұмыс тогына тәуелді болатын кедергісі 1 -ден 10 Омға дейінгі резисторда $R2$ осциллографпен қисық қосу түрін анықтайды. Қуаттырақ тиристор үшін кедергі $R2$ максималды болады (100 Ом), ал аз қуатты үшін — ол минималды болады. Индуктивтілікті L стандарттарда немесе техникалық шарттарда көрсетілімдер болған жағдайда, және тек нақты тиристорлар типіне қосады. Басқару импульстары көзі 2 жартылай толқынды түрлерін басқарудың дара импульстарын және 1 -ден 50 Гц дейін жүру жиілігін қамтамасыз ету керек. Кілт K синхронды басқару көімен 2 қосылу керек.

Қосу тоғын өлшеу кезінде резистор R_1 кедергісін максималды орнатады. Содан соң құрылғыдан 2 басқару импульстарын жібереді де, осциллограф көмегімен резисторда R_2 кернеу (ток) түрін орнатады. Импульстің аяқталу сәтінде басқарушы электродтардағы ток азаяды (3.11, в-сурет). Содан соң резистор кедергісі R_1 3.11, г-суретте көрсетілгендей, тиристор арқылы басқару электроды импульсінің азаюынан бастап, ток өсе бастаған сәтке дейін бір сарынды азайтылады. Осциллограф көмегімен басқар импульсі аяқталу сәтінде тиристор арқылы токтың лездік мәні ретінде ток мәнін өлшейді.

3.4.4. Транзисторларды таңдау, сынау және жұмыс қабілеттілігін бақылау

Кейбір танымал техникалық әдебиеттерде транзистор құрылымын екі «біріккен» диодтар түрінде көрсетеді, бұл олардың ұқсастығын білдіреді, транзистордың жұмыс қабілеттілігін бағалау үшін «жарамды-жарамсыз» принципі бойынша тексеруді жүргізу жеткіліксіз, оны әдетте бақылаудың бірінші кезеңінде барлық жартылай өткізгіш элементтер үшін қолданады (жарамдылық $n-p$ -өткелінің қысқа тұйықталуы бойынша анықталады.). Транзисторды білгілі бір сұлба пайдалану оның шығуындағы кедергіге, ток бойынша беріліс коэффициентіне, кірме сипаттамасының құламалылығына, $p-n$ -өткелінің тесіп өту кернеуіне және шашыратылатын қуатына, шекті және шекаралық жиілікке тәуелді. Электр тізбегіндегі транзистордың орнына байланысты, кейбір параметрлер анықтаушы, ал басқалары – қосымша болады. Мысалы, транзисторларды кірме жоғары жиілікті тізбектерде олардың пайдалану сипаттамалары кірме кедергісі мен жиіліктік сипаттамаларына тәуелді болады. Шығуындағы күшейткіштерде маңызды параметрлер ток бойынша беріліс коэффициенті (күшейту коэффициенті) және шашыратылатын қуат болып табылады. Оларды тексеру үшін кірме бақылау кезінде ішкі кернеуі үлкен арнайы өлшегіштер, сол сияқты кәдімгі вольтметрлер, амперметрлер, осциллографтар және өлшеу генераторлары қолданылады. Бұл жағдайда транзисторларды сынау бойынша МЕСТ 24461—80 оларды қолдануға шектеу қоймайды, сондықтан 3.12 суретте көрсетілген күрделі емес сұлба көмегімен зерттелетін транзисторлардың негізгі параметрлерін талдау жүргізуге болады.

Генератор G_1 кернеу импульстарын эмиттер мен коллектор арасындағы максималды рұқсат етілген кернеумен анықталатын амплитудамен, 0,1 - 10 мс ұзақтығымен, 2 аз емес қуыстықпен



3.12-сурет. Транзисторлардың параметрлерін өлшеудің жалпылама сұлбасы

қалыптастырады. Тұрақты кернеу көзі $G2$ транзисторды жұмыс тәртібіне шығару үшін база мен эмиттер арасында ығыстыру тудырады. Резистор R_{63} өлшеу түріне байланысты транзисторды күшейтілген тәртіпке, не болмаса, қанығу тәртібіне ауыстырып, жұмыс нүктесін береді. Токтар мен кернеулер вольтметрмен өлшенеді, олар токтың лездік мәндерін $P1$ және кернеу амплитудасын $P2$ өлшеуге қабілетті. Бұл сұлбаның бір шектеуі: ол импульстік тәртіпте тұтыну тогы 20 А басталатын қуатты транзисторлар үшін қолданылмайды.

Транзисторларды пайдалану кезінде олардың параметрлері мен сипаттамалары қоршаған ортаның температурасына және аспап корпусы мен жылу алып кету шарттарына тәуелді. Жұмыс тәртібінде температураның жоғарылауы транзистордың электрлік тепе- теңдігін бұзады, эмиттерлік және коллекторлық токтың ұлғаюына, және оның салдарынан электрлің беріктіліктің төмендеуіне алып келеді, сондықтан таңдау барысында транзисторлардың жылулық тәртібін зерттеу өте маңызды. Транзисторлардың жылулық тәртібін 3.13-суретте көрсетілген сұлбаға сәйкес тексереді.

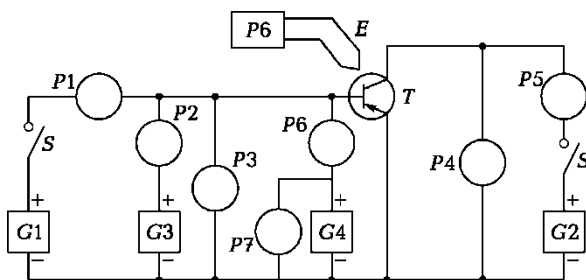
Зерттелетін транзисторларды терможұппен оның корпусының температурасын бақылай отырып, падаланудың шекті тәртібінде тексереді, сонымен қатар көптеген өлшеулер арқылы температураға байланысты параметрлердің өзгеруі туралы мәліметтерді алады.

Мысалы, теледидарлар ме мониторларда жолақтық ажыратқыштарда болатын қуатты биполярлы транзисторларда шамамен 50 Ом номиналды ішкі резистор бар, олар база ен эмиттер арасында қолданылған. Қалыпты тестілеу кезінде бұл жағдайда транзистор «ұрылған» болып жіктеледі. Басқа ерекге транзисторлар Дарлингтон сұлбасы бойынша орындалған транзисторлар болып табылады, олар ток бойынша максималды күшейтуді қамтамасыз етеді, ол 1000 бірлікке дейін жетеді. Бұндай транзисторларды тестілеу б — э өткелінің тура кернеуі 1,2 – 1,4 В құрайтыны болып табылады және кейбір цифрлық мультиметрлеп тестілеу тәртібінде

клеммадағы кернеуі 1,2 В болады да, бұндай өткелді аша алмайды да, электродтардың үзілуін эмитациялайды. Цифрлық және кілттік сұлбаларда қолданылатын цифрлық транзисторларда тізбектерінде кернеуі ондаған және кейде жүздеген килоом құрайтын резисторлар базасынан тұрады, және барлық бағытт өлшеу аспабы (тестер) үлкен кернеуді белгілейді, бірақ бұл транзистор бұзылған дегенді білдірмейді. Бұндай элементтерді тексеру арнайы өлшегіштермен жүргізіледі.

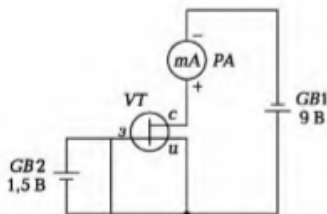
Өрістік транзисторларды тексерудің де өз ерекшеліктері бар, оарды жоғары жиілікті тізбектерде қолданады, она үлкен күшейту және жоғары сенімділік, шудың аз деңгейі қажет. Жоғары кірме кедергі (ондаған мегаом), қосу-ажыратудың тез ауысуы және үлкен тіктігі оларды цифрлық және кілтті сұлбаларда және микропроцессорлық техникада ауыстырғысыз етеді. Өрістік транзисторларды тестер көмегімен тексеру жеткілікті емес. Әдетте қолданылатын өрістік транзисторлардың көптеген параметрлерінен екеуінің тәжірибелік мәні бар: бекітпеде нөлдік кернеуде ағын тоғы және сипаттама тіктігі. Бұл параметрдерді 3.14-суретте көрсетілген сұлбаны қолданып өлшеуге болады.

Сұлба *GB1* көз арқылы қоректендіріледі. Алдымен бекітпе шығуы жалғастырғышпен бастама шығуымен қосады, бұл жағдайда миллиамперметр транзистордың бірінші параметрін – ағын тоғын белгілейді, оның мәнін жазып алады.



3.13-сурет. Транзисторлардың жылулық тәртібін өлшеу сұлбасы:

P_1 , P_2 , P_5 және P_6 — тұрақты ток өлшегіштер; P_3 , P_4 және P_7 — тұрақты кернеу өлшегіштер; S — электрондық немесе электромеханикалық кілт; G_3 — тұрақтандырылған тұрақты токтың реттелетін көзі; G_4 — тұрақтандырылған тұрақты кернеудің реттелетін көзі; G_1 және G_2 — тұрақты ток көзі; N — уақыт бойынша температураның өзгеруін тіркейтін осциллоскоп; P_6 — терможұп (немесе корпус температурасын өлшеуге арналған басқа құрылғы); T — зерттелетін транзистор



Содан соң жалғастырғышты шешіп алады да, оның орнына GB2 элементін қосады. Миллиамперметр ағынды тізбекте ең аз тоқты көрсетеді. Егер енді миллиамперметрдің екі көрсеткіштің айырмашылығын GB2 элементі кернеуіне бөлсек, алынған нәтиже тексерілетін өрістік транзистордың тіктілік сипаттамасының S сандық мәніне сай болады.

Өрістік МОП-транзисторларды тестілеу кезінде олар өте сезімтал статикалық электр әсерінен істен шығармау үшін аса мұқият болу керек. Қуаттылығы бойынша өрістік транзисторлар биполярлы транзисторлардан төмен болса да, ағын мен бастама арасына қосылған демпферлік (қорғағыш) диодтарға байланысты оларды аяқталған күшейткіш сұлбаларда да, импульстік қоректендіру көзінде де қолданады. Тестер көмегімен ағын мен бастама арасындағы кедергіні тексеру кезінде диод қасиеттерін айқындайды: бұл кедергінің болуын транзистордың бұзылуы деп қателеседі. Өрістік транзисторлардың тараметрлерін өлшеудің барлық әдістері МЕСТ 20398.0-83 келтірілген.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Трансформаторлардың сапасын тексеру үшін қолданылатын бос жүріс әдісін сипаттаңыз.
2. Сапасын тексеру үшін резисторларды қалай сынайды?
3. Жартылай өткізгішті диоддың р-л өту сыйымдылығын бағалау үшін қандай әдісте қолданылады?
4. Стабилитронды тұрақтандыру кернеуін тексеру бойынша сұлбалардың жұмыс істеу принципін сипаттаңыз. Осы параметрді тексерудің өз әдістеріңізді ұсыныңыз.
5. Жоғары жиілікті өрістік транзисторларды тестілеу кезінде қандай сақтандыру шараларын қабылдау керек?

ЭЛЕКТР СҰЛБАЛАРЫ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ОҚШАУЛАУҒЫШ КЕДЕРГІСІ МЕН ЭЛЕКТРЛІК БЕРІКТІЛІГІН БАҚЫЛАУ

4.1. ЭЛЕКТРЛІК БЕРІКТІЛІКТІ ТЕКСЕРУ ЖӘНЕ СЫНАУ ӘДІСТЕРІ

Пайдалану барысында қысқа импульстік әсер иен номиналды мәннен жоғары тұрақты кедергі әсер ететін электрлік сұлбалардың құрам бөліктерін таңдау кезінде электрлік беріктілік аса маңызды, ол өнімнің қауіпсіздігін, тоқтаусыз жұмыс істеуін және сенімді жұмысын анықтайтын элементтердің және жалпы электр тізбегінің негізгі қасиеті болып табылады.

Электрлік беріктілік — оқшаулағыш қабаты мен диэлектриктердің тесіп өтілуі жүретін біртекті электр өрісінің $E_{пр}$ минималды кернеулігі. Электрлік беріктілік диэлектрик материалына, оның қалыңдығына, электродтар конфигурациясына, сыртқы факторларға, әсер ететін кернеу түріне тәуелді. Электрлің беріктілікті бағалау кезінде жылулық тесіп өтуді болдырмау үшін өлшеуді әдетте импульстік тәртіпте жүргізеді. Кернеу импульстары қысқа болу керек, себебі электрлік тесіп өтуге алып келетін үдерістер кернеудің көп жұмсалмауында жүру қажет. Электрлік беріктіліктің физикалық мағынасы белгілі бір шектен жоғары кернеу кезінде диэлектрик өткізгіш болатынына негізделген (электр өрісінің кернеулігі E тесіп өту кернеулігі $E_{пр}$ мәніне жетеді де, электрөткізгіштік секіріп ұлғаяды). Өткізгіш күйге өту көбінесе материалдың аса қызуы есебінен бұзылуға алып келеді.

Оқшаулағыш кедергісі деп бір бірінен оқшауланған екі өткізгіш денелердің арасында анайы жағдайда өлшенетін кедергіні айтады.

Оқшаулағыш кедергісі аз болған сайын, электрлік беріктілік төмен болады. Сұлбаның құрам бөліктерінің немесе оның бөліктерінің істен шығуы тесіп өту себебінен жүреді, ал сұлбаның бұзылуы – токтың артық ағып кетуінен болады, олар жұмысшы тізбек бойымен емес, радиоэлементтер қабаты бойынша жүретін жұмыс тогының бөлігі болып табылады. Оқшаулағыш кедергісінің күрт төмендеуі тесіп өтудің дамуына алып келеді.

Электрлік беріктілік және оқшаулағыш кедергісін өзара тексереді:

- тізбектермен электрлік байланыспаған;
- аппаратураның жұмыс істеу барысында ажыратылатын электрлік тізбектермен;
- электрлік тізбектермен және метал ток өткізбейтін аппаратура бөліктерімен («тұйықтандыру»).

Нақты аппаратураның зауыттық құжаттарында оқшаулағыштарын тексеруге қажетті электр тізбектерін, сынау кернеуінің қосу нүктелерін және өлшеу аспаптарын қосу тәсілдерін көрсетеді. Бұл тексеру түрі екі кезеңнен тұрады: оқшаулағыш кедергімін өлшеу және құрам бөліктердің қайтымсыз бұзылуы жүретін тесіп өту кернеуін өлшеу.

Төмендегілердің тексеру барысында электрдің беріктілігі мен оқшаулағыш кедергісін анықтайды:

- өткізгіштер мен монтаждау сымдарын оқшаулағыш беріктігіне;
- желілік байланыстың дабылдық желілерін ағып кетуге;
- резисторларды лак қабатын және сыртқа шығарылатын өткізгіштер сапасын тексеруге;
- конденсаторларды диэлектриктің тесіп өтуі мен ағып кетуіне;
- индуктивті элементтерді оралған өткізгіштің оқшаулағыш қабатының беріктілігіне;
- жартылай өткізгіш элементтерді р-п-өткелдерінің тесіп өтуі мен ағып кетуіне.

Артық кернеу асында сынау электрлік еріктілікті тексерудің негізгі әдісі болып табылады, одан кейін пайдалану және артық жүктеме астында қолдану шартында жабдықтар мен радиоэлементтердің сенімді жұмыс істеуі мүмкіндігі туралы қорытынды шығарады.

Кірме бақылауда сынақ кернеулерінің жоғарғы шегі зауыттық шектен төмен орнатады және оның деңгейінің 90 % құрайды. Бұл сынау барысында маңызды емес, қалыпты жұмыс істеуге әсер етпейтін, электрлік беріктілікті азайтатын критикалық шекке дейін, пайдалану барысында туындалатын ақауларды дамытудың маңызы жоқ болмауымен түсіндіріледі. Сынақ кедергісін қосу ұзақтығы

4.1-кесте. Оқшаулағыш кедергісі мен тізбектің номиналды кернеуіне байланысты сынақ кернеуінің мәні

Тізбектің номиналды кедергісі	Тұрақты токта сынақ кедергісі	Оқшаулағыштың минималды кедергісі*
50 В төмен	250 В	0,25 МОм
50-ден 500 В дейін	500 В	0,5 МОм
500 В жоғары	1 000 В	1 МОм

* Оқшаулаудың шектік мәні 1 В шаққанда 1 000 Ом сәйкес келеді

оқшаулағыштағы ақауларды және алдын ала ескеруді болдырмау үшін 1-ден 5 мин құрайды.

Сынақ кернеуін таңдау электр қондырғылары мен аз тоқты және тізбектің номиналды кернеуіне (4.1-сурет) арналған аспаптардың оқшаулағыш кернеуінің минималды мәнімен сынақ кернеуі таңдалады және NF C15-100 халықаралық стандартқа сай болу керек.

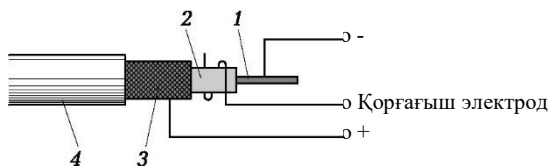
Егер «тұйықталуға» қатысты өлшенген кедергі мәні нормалар мен ережелер бойынша орнатылған минималды кедергіден аз болса, әр өткізгіштің электрлік беріктілігі мен оқшаулау кедергісі жеке тексеріледі.

Арнайы аппаратура мен ерекше пайдалану шарттары үшін кернеуліні шектік мәңлері ұлғайтылғы мүмкін.

4.2. СЫМДАР МЕН ӨТКІЗГІШ ҚАБАТТАРДЫҢ ОҚШАУЛАҒЫШ КЕДЕРГІСІ МЕН ТЕСІП ӨТУ КЕРНЕУІН ТЕКСЕРУ

Сымдардың оқшаулануын тексеру қажеттілігі өте маңызды, себебі олар бойынша сұлбалар қоректендіріледі және олардың бұзылуы көбіне ұшқындалу мен қысқа тұйықталуға, ал апаттар кезінде – сұлбаның бір жерінің күйіп кетуіне және өнімнің істен шығуына алып келеді. Ерекше пайдалану жағдайында қолданылатын сымдарға ерекше көңіл бөледі: қоректендіру кабелдері, телекоммуникациялық құрылғыларды дабылдық сымдары, соның ішінде оптоалшықты делілер мен желілік байланыс желілері.

Сымдардың оқшаулануын тексеру кезінде экрандалған сымдар үшін тұрғын мен «тұйықталу» арасындағы кедергіні, және экрандалған сымдар үшін тұрғын мен экран арасындағы кедергіні өлшейді. Телекоммуникациялық құрылғылардың дабылдық сымдарының электрік беріктілігін 250 немесе 50 В сынақ кернеуінде пайдалануда болмаған кабелдерде анықтайды, ал райдаланыста болған кабельдерде оны 50-ден 100 В дейін азайтады – бұл кернеу желінің жөнділігін тексеру үшін жеткілікті. Өлшеуді сым мен «жерге тұйықталған» экрандау арасында немесе кабельді метал экрандау мен «тұйықталу» арасындағы желілер жұптары арасында жүргізеді. Пайдаланылатын сым желілерінде бос сымдар жұптар шоғыры мен «жерге тұйықталған» экрандау арасындағы оқшаулағышты тексеру үшін осы мақсатқа арнайы жасалған СА 6531 аспабымен жүргізеді, оның өлшеу диапазоны 50 және 100 В есептелген. Ол үшін аспаптың қорғағыш электродын «+» және «-» шиналары арасындағы қандай да бір нүктеге және өлшеу сымдарына қосады: 4.1-суретте көрсетілгендей «+» орамға және «-» орталық тарамға жалғанады. Аспаптың оң («+») және теріс («-») кіруін әрқашан ток жүретін элементтерге қосады, олардың арасындағы оқшаулағыш кернеуін өлшейді. Оқшаулағыштың 2 сыртқы қабатында өтетін беттік токтардың әсерін бейтараптау үшін арналған аспаптың қорғағыш электроды олар өлшеу үдерісіне әсер етпейтіндей, бағытын өзгертеді. Әрбір өлшеу дәлдігі қорғағыш электродты қосу нүктесіне тәуелді: оны беттік токтар ықтимал басым болатын жерге жалғанады (кабельде немесе трансформаторда және т.б. оқшаулағыш беті). Сондықтан бұндай өлшеу әдісінде беттік токтардың ықтимал ағуын елестетіп, қорғағыш электродты қосу үшін ең жақсы позицияны таңдау керек. Келтірілген мысалда, бұл – ішкі оқшаулағыш.



4.1-сурет. Дабылдық кабельде оқшаулау параметрлерін өлшеу кезінде аспапты қосу сұлбасы:

1 — орталық дабылдық тарам; 2 — ішкі оқшаулағыш; 3 — ток өткізетін экран; 4 — сыртқы қорғағыш қабат

Қорғағыш электродты қолдану жоғары деңгейдегі беріліс желілері үшін оқшаулағыш кедергімін дәл өлшеуге мүмкіндік береді. Телефон желілерінде ұзындығы 2 км дейін және жүктемесіз жаңа кабельдердің оқшаулағыш кедергісі шамамен 1 000 МОм (және 2 000 МОм/км ұзындығы 2 км арты кабельдер үшін) құрау керек. Қорғағыш арналарда салынған кабельдер үшін бұл оқшаулағыш кедергі 750 және 1 500 МОм құрау керек. Ұзақ уақыт бойы пайдаланыстағы желілерде оқшаулағыштың рұқсат етілген кедергісі азаяды, бірақ 2 еседен астам азаймау керек. Кері жағдайда кабель жарамсыз болып саналады. Оқшаулағыш кедергісінің біршама азаюына температуралық өзгерістер алып келеді, сондықтан олар белгілі бір белгіленген эталондық темпеатураға негізделетіндей етіп, өлшеу нәтижелеріне түзету енгізеді. Шамамен өлшеу былай жүргізіледі: өлшенген оқшаулағыш кедерісі әрбір келесі 10 °С температураның артуына 2-ге бөлінеді. Ылғалдылық та оқшаулағыш сапасына әсер етеді және оның бетінің ластану деңгейіне тәуелді. Егер ауа температурасы шық нүктесінен төмен болса (кабельде немесе сымда ылған конденсацияланбау керек) өлшеуді жүргізбейді; өлшеу алдында өткізгіштер бетін сүртеді.

Барлық дерлік оқшаулағыш өлшегіштер мегаомметр [2] жұмысының негізіне салынған принципті қолданылады: жоғары вольттік генератормен оқшаулағыш материалдар өткізгіш ретінде болатын тұрақты кернеу деңгейін құру, ол арқылы аздаған, бірақ оның өлшеу механизмімен (магнитоэлектрлік логометрмен) өлшенетін ток өтеді – қосымша резисторлар арқылы ол омға грацияланған аспап көрсеткішіне түрленеді. Мегаомметрлер оқшаулағыш кедергісін тексеру және электр беріктілікті бағалау үшін негізгі тексеру құралы болып табылады. Бірақ олардың құрылымы оларды тек қоректендіру тізбегінде және күш желілерінде қолданылу мүмкіндігін (жоғары вольтті кернеу генераторы бар) негіздейді. Электрондық техникада мегаомметрмен өлшеуді тарап ажыратқыштарын, желілік сымдарды, тұрақты кернеу шиналарын тексеру үшін қолданады.

Мегаомметрді сұлбаға ұзындығы 2-3 метрге дейін, оқшаулағыш кедергісі 100 МОм аз емес біртармақты иілімді сымдармен жалғанады, олардың ұштары маркіленеді. Мегаомметрге қосылатын

Дабылдық сымдардың, радиоэлементтер мен цифрлық құрылғылардың оқшаулануын тексеру үшін мегаомметрлерді қолдануға **тыйым салынады**. Ол максатта арнайы аспаптар немесе мультитестерлер қолданылады.

ұштарында ұштамалар болу керек, ал қарама- қарсыларында – сабы окшауланған «қолтырауын» типті қысқышы немесе арнайы қуыс бұрғысы болу керек. Өлшеу барысында сымдар бір-біріне, топыраққа, тұйықталған құрылымдарға немесе кабель қабықшаларына жанаспау керек. «Тұйықталуға» қатысты окшаулағыш кедергісін өлшеу кезінде мегаомметрдің «з» қысқыштарын («земля») аппараттың жерге тұйықталған корпусымен немесе кабельдің метал қабықшасымен, немесе қорғағыш тұйықталу құрылғысымен жалғайды, ал «л» («линия») қысқышы ток өткізгішке жалғанады. Аспапты қоректендіргіш желіге қосу алдында оны жерге тұйықтайды. Аспаптық өзінің жерге тұйықталу түйсігі алдыңғы панельде орналасқан және «±» маркіленген. Оны аспаптың өлшеу сұлбасындағы осыған ұқсас белгілеумен шатастырмау қажет, «±» («корпус») дегенді білдіреді. Мегаомметрмен өлшеу жүргізген кезде артық окшаулағыш кернеуінің туындауынан зақымдануы мүмкін, сондықтан «Жоғары кернеу» батырмасын басқан соң, 5-1 сдейін ұстау керек, одан артық ұстауға болмайды. Бұл уақыт аралығында сынақ кернеуі қауіпсіз мәнге дейін төмендейді де, содан соң өлшеу жүргізеді. 4.2-кестеде Мегаомметрмен РЭА күш тізбектерін тексеруге арналған кернеулердің шамамен деңгейі келтірілген.

4.2-кесте. Мегаомметрдің рұқсат етілген кернеу мәндері және өткізгіштердің окшаулағыш кедергісі

Зерттелетін элемент	Мегаомметр кернеуі, В	Өткізгіштің ең аз рұқсат етілген окшаулағыш кедергісі, МОм
Тарату құрылғыларында тұрақты ток шиналары (ажыратылған көздерде қоректендіру блогында)	500—1 000	10
Ажыратқыштар мен айырғыштардың туынды қоректендіру тізбектері	500—1 000	1
Басқару, қорғау, автоматика және өлшеу тізбектері, сонымен қатар күш тізбектеріне қосылған тұрақты ток машиналарын қоздыру тізбектері	500 — 1 000	1

Зерттелетін элемент	Мегаомметр кернеуі, В	Өткізгіштің ең аз рұқсат етілген оқшаулағыш кедергісі, МОм
60 В және одан төмен жұмыс кернеуіне есептелген жеке ток көзінен немесе айырғыш трансформатор арқылы қоректенетін туынды тізбектер мен элементтер	500	0,5

Резисторлар мен резистивтік жинақтамағың электрлік беріктілігін тексеру желілер мен өткізгіш қабаттарын тексеруден онша айырмашылығы жоқ.

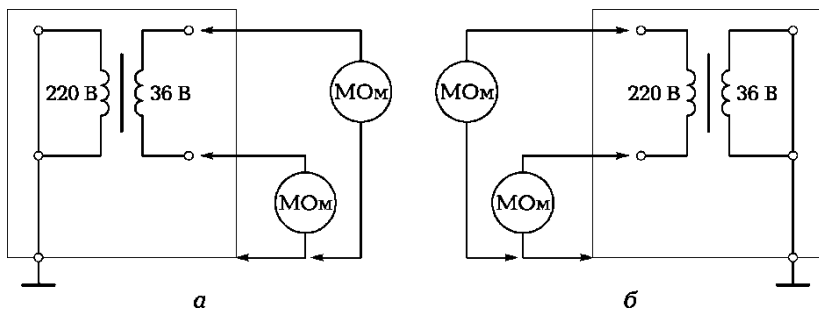
4.3. РАДИОЭЛЕМЕНТТЕРДІ ЭЛЕКТРЛІК БЕРІКТІЛІГІНЕ СЫНАУ ЖӘНЕ ОҚШАУЛАҒЫШ КЕДЕРГІСІН ТЕКСЕРУ

4.3.1. Индуктивті элементтерді тексеру

Индуктивтілік катушкалары (дроссель) мен трансформаторлардың оқшаулағыш кедергісі мен электрлік беріктігін тексеру кезінде тестіленетін орамның сыртқа шығарылатын өткізгішұштарына металл бөлшектерге қатысты

4.3-кесте. Сұлбалардың индуктивтік элементтерін тексеру үшін сынақ кернеуінің тиімді мәні

Элемент орнатылған тізбектегі максималды жұмыс кернеуі, В	Тиімді айнымалы сынақ кернеуі, В	Тұрақты сынақ кернеуі, В
25 аз	50	71
25 — 50	100	141
50—100	300	424
100—175	500	707
175 жоғары	Тізбекте әрекет ететін максималды жұмыс кернеуі	Тізбекте әрекет ететін максималды жұмыс кернеуі



4.2-сурет. «Төменгі» (НН) жақта (а) және «жоғары» (ВН) жақта (б) оқшаулағыш кедергісін өлшеу сұлбасы

(корпус, магнит өткізгіші, өзекше) салады немесе немесе басқа орамға катушк (дроссель, трансформатор) қызбайтын кернеу беріледі (4.3-кесте).

Кесте нәтижелерін талдау нәтижелері бойынша сынақ кернеуі тізбектіңмаксималды жұмыс кернеуін шамамен 2-4 есе асу керек.

Индуктивтілік катушкалары мен дроссельдердің кедергісін өлшеу сымдар мен кабельдердің оқшаулануын өлшеуден аз ерекшеленеді. Трансформаторларды сынау кезінде екі жағынан («жоғары» -бірінші орамның ВН және «төмен»-екінші орамның НН) оқшаулағыш кедергісін өлшейді. Егер өлшеуді трансформатордың орамдарының бірінде жүргзілсе, басқа орамдардың сыртқа шығарылған өткізгіштерін (тек тексерілетінмен гальваникалы байланысқаннан басқа) корпусқа тұйықтайды. Трансформаторларда қоректендіру кернеуіне байланысты мегаомметр кернеуінің шамасы бекітілу ережесі таралмайды (4.3-кесте). Трансформаторларды стандартты 500 В кернеумен тексереді. 220/36 бір фазалық трансформатордың оқшаулағыш кедергісін өлшеу сұлбасы 4.2-суретте келтірілген.

Аспаптың қуыс бұрғыларын өлшенетін тізбекке неон шамы бар үлгімен немесе тестермен қосу алдында, онда кернеу болмауын тексереді. Мегаомметр генераторы сабының айналу жылдамдығы 120—140 айн/мин болу керек. Зерттелетін тізбекке мегаомметр кернеуін 60 с қосқан соң, мегаомметр көрсеткіштері тұрақталған болып саналады.

Трансформаторлардың оқшаулағыш кедергісін өлшеу кезінде электрондық құрылғыларға арналған аз қуатты трансформаторларды (100 В дейін) сынауға тыйым салынады. Бұл жағдайда тестер немесе жанама өлшеу әдістері қолданылады.

4.3.2. Конденсаторларды тексеру

Конденсаторлардың электрлік беріктігі екі факторға тәуелді: ошаулағыш қабаттың және оны екі қоршауғ бөлетін диэлектриктің қасиеттері. Конденсаторлар қыштан (полярлы емес) және электролиттік (полярлы) болып жасалуымен ажыратылуына байланысты олардың электрлік беріктігін тексеру де ажыратылады. Электролиттік конденсаторлардың көбі оқшаулағыш қабатпен жабылған, олар 2 500 В аз емес айнымалы кернеуге және 3500 В тұрақты кернеуге төзімді болу керек. Оқшаулағыш қабаттың оқшаулағыш кедергісі 100 МОм аз болмау керек. Электрлік беріктігін сынау жүргізу реті МЭК 60384-4 сипатталған. Жоғарғы жұмыс температурасы +85 және +105 °С конденсаторларда қысқартылған поливинилхлоридтен жасалған оқшаулағыш үлдір бар. Оқшаулағыш қасиеттері жоғарырақ полиэстерден жасалған стандартты тұмшаланған қабат (әдетте, сапалы қабат қара түсті болу керек) жоғарғы жұмыс температурасы +125 °С жоғары конденсаторлар үшін қолданылады.

Оқшаулағыш кедергісін өлшеу жүргізу алдында конденсаторды сыртқа шығарылатын түйіндерін өте қысқа тұйықтап, толық токтан айырады. Сынақ кернеуі 4.4-кестеде келтірілген.

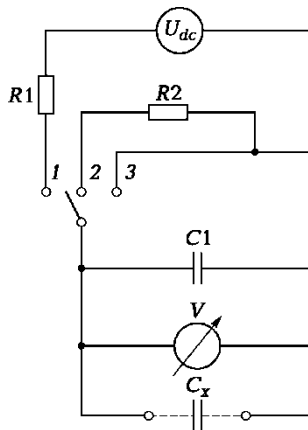
4.4-кесте. Сынақ кедергісінің конденсатордың жұмыс кедергісінен тәуелділігі

Конденсатор типі	Конденсатордың шекті рұқсат етілген жұмыс кернеуі, В	Өлшеу кернеуі, В
Электролиттік	$U_p < 10$	$U_p \pm 10\%$
	$10 < U_p < 100$	$(10 \pm 1)\%$
	$100 < U_p < 500$	$(100 \pm 15)\%$
	$U_p > 500$	$(500 \pm 50)\%$
Қыш, үлдірлі және жоғары вольтті	660 дейін	2 300
	1 050	4 300
	3 150	15 800
	6 300	22 300
	10 500	30 000

Конденсатор типі	Конденсатордың шекті рұқсат етілген жұмыс кернеуі, В	Өлшеу кернеуі, В
Арнайы тағайындалған конденсаторлар:		22 500
СММ-20/3-0,107	—	
КМ2-10,5-24	—	25 000

Барлық типті конденсаторларда сыртқа шығарылған өткізгіштер арасындағы оқшаулағыштарды, ал көп секциялық конденсаторлар үшін әрбір сыртқа шығарылған өткізгіш арасы мен жалпы сыртқа шығарылған өткізгіште тексереді. Электрлік беріктікті сынау тұрақты кернеу астында жүргізіледі. Электрлік беріктікке конденсаторларды сынаудың типтік сұлбасы 4.3-суретте келтірілген.

Вольтметрдің кірме кедергісі V өлшеу нәтижелеріне әсер етпеу үшін 10 кОм аз болмау керек. Резистор $R1$ қоректендіру көзінің ішкі кедергісі болып табылады. Резисторлардың кедергілері $R1$ және $R2$ зерттелетін конденсатордың C_x зарядтық және айырылған тоқты ТШ көрсетілген мәнге дейін шектейді. Конденсатордың сыйымдылығы $C1$ зерттелетін конденсатор сыйымдылығынан 10 еседен артық үлкен болу керек. Ажыратып-қосқыш 2 күйде болғанда, сұлбаның жоғарғы жағында орналасқан екі сыртқа шығарылатын өткізгіш



4.3-сурет. Конденсаторлардың оқшаулағыш кедергісін өлшеуге арналған сұлба

көзін U_{dc} сұлбадан ажыратады да, конденсаторлар разряды тізбегін қосады. Кернеу көзін қажетті сынақ кернеуіне орнатады. Содан соң резистор $R1$ арқылы конденсаторларды $C1$ және C_x зарядтау үшін ажыратып қосқышты 1 күйге аустырады. Сынақ кернеуі берілген мәнге жеткен соң, ажыратып қосқышты 1 күйде ТШ бойынша орнатылға уақытқа қалдырады (30 с бойы). Содан соң ажыратып қосқышты 2 күйге ауыстырып, резистор $R2$ арқылы конденсаторларды $C1$ және C_x зарядтанайырады. Вольтметрдегі кернеу нөлге дейін құлаған соң, конденсаторларды ажыратып қосқышты 3 күйге ауыстырып, өте қысқа тұйықтайды да, конденсатор C_x өшеді. Егер қажетті деңгейге кернеу жеткенше конденсатордың бұзылуы немесе қызып кетуі байқалмаса, онда конденсатор жөнді болып саналады. Қарастырылған сынау сұлбасы кез-келген конденсаторды тексеру үшін жарамды.

4.3.3. Жартылай өткізгіш аспаптарды тексеру

Жартылай өткізгіш аспаптарға тән бұзылу көбіне р-п-өткелінің тесіп өтуімен байланысты. Тесіп өту сысалы кері токтың күрт ұлғаюы болып табылады. р-п-өткелінің тесіп өтудің бірнеше түрлері бар:

- жылулық — жартылай өткізгіш атомдарының жылулық иондануы нәтижесінде және құрылымның жергілікті қызуынан жүреді;
- тасқындық — көлемдік заряд аймағында (р-п-өткелі) жартылай өткізгіш атомдарының негізгі емес тасымалдаушылармен соққылық иондануы нәтижесінде жүреді;
- зенеровтық — валентті электрондардың валентті аймақтан өткізгіштік аймағына өту нәтижесінде жүреді;
- беттік — р-п-өткелінің жартылай өткізгіш бетіне шығу жерінде жүреді. Ол көлемдік зарядтың кернеулігінің ұлғаюына және жартылай өткізгіш бетінде орта (диэлектрик) қасиеттерінің нашарлауына негізделген.

Әдетте, аз қуатты және орташа қуатты жартылай өткізгіш элементтерінің электрлік беріктігін тексеруді жүргізбейді. Бұл электродтар арасындағы жұмыс кернеуінің артуы тексеру барысында да, уақыт өте де істен шығуына алып келуіне байланысты. Сонымен қатар күш аспаптары мен модульдер үшін электрлік беріктікті міндетті тексеруді МЕСТ 30617-98 бойынша жүргізеді. Модульдің потенциалдық емес негіздері арасында (бұл аспап корпусы немесе құрастырылған радиатор болуы мүмкін) және оның сыртқа шығарылған өткізгіштері арасындағы оқшаулағыш

кернеуін тексереді. Бұл жағдайда оқшаулағыш кернеуі қалыпты климаттық жағдайда сынау кезінде 50 МОм аз болмау керек және қоршаған ортаның температурасының максималды сәндері және ауаның салыстырмалы ылғалдылығының жоғарғы мәндері әсер еткенде 5 МОм аз болмау керек. Сынақ кернеуі жұмысшы номиналды мәннен аспау керек. Эартылай өткізгіш аспаптары корпустарының электрлік беріктілігі мен оқшаулағыш кернеуін тексеруге қойылатын талаптар ТШ көрсетіледі. Осы параметрлерді өлшеу кезінде өлшеу аспаптары статикалық электр көзі болмауын қадағалайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Жартылай өткізгіш аспаптардың оқшаулағыш кедергісін тексеру кезінде қандай сынақ кернеуі қолданылады?
2. Жартылай өткізгіш элементтер үшін тесіп өтудің қандай түрлері тән? Олардың қайсысы қайтымсыз болып табылады?
3. Желілер мен желілік байланыс аппараттарының оқшаулағыш кедергісін қандай әдістермен өлшеуге болады?
4. Жоғары жиілікті кабельдің оқшаулануын тексеру кезінде мегаомметрдің жұмыс істеу принципін сипаттаңыз.
5. Оқшаулағыш кедергісіне қандай факторлар әсер етеді?
6. Конденсаторлардың электрлік беріктілігін тексеру әдістерінің бірін сипаттаңыз, өз таңдауыңызды негіздеңіз.

МОНТАЖДАУ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫ МОНИТОРИНГІ

III БӨЛІМ

5 Тарау. Баспа платаларының сапасын бағалау

6 Тарау. Баспа платаларының жұмыс қабілетілігін қалпына келтіру

7 Тарау. Ілмелі, беттік монтаждау сапасын ақылау және қалпына келтіретін жөндеу

8 Тарау. Монтаждау операцияларын орындау кезіндегі дәнекерлеу қосылыстары мониторингі

9 Тарау. Жинақтау операцияларының сапасын бақылау

БАСПА ПЛАТАЛАРЫНЫҢ САПАСЫН БАҚЫЛАУ

5.1. БАСПА ПЛАТАЛАРЫН КІРМЕ БАҚЫЛАУ

Баспа платаларын (базалық негіз) кірме бақылау монтаждау операциясына түсетін фольгамен оралған негіздің сапасын және бүтіндігін тексеруден тұрады. Базалық негіздің кең тараған ақауы деформация болып табылады, ол баспа платаларының майысуы мен ширатылуы түрінде көрінеді, нәтижесінде оларды автоматты монтаждауда қолдануға мүмкін емес етеді. Майысу баспа платасының БП жазықтықтан ауытқуымен сипатталады, ол (БП) тіктөртбұрышты және оның төрт бұрышы бір жазықтықта жатқан шартында цилиндр немесе сфералық қисық пішінін қабылдайды. Майысуды өлшеу микрометр немесе сызғыш көмегімен тегіс бетте жүргізіледі. Ол үшін БП үлгісін дөңес жағын жоғары қаратып, тегіс бетке орналастырады. Тегіс бет пен баспа платасы үлгісінің төменгі жағы арасындағы саңылауды орталығы бойынша ұзындығын және/немесе енін өлшейді.

Майысудың пайыздық қатынасын мына формуламен есептейді:

$$I_{\text{д}} = \frac{R_{\text{д}}}{D} 100\%; \quad I_{\text{ш}} = \frac{R_{\text{ш}}}{Ш} 100\%. \quad (5.1)$$

мұндағы $I_{\text{д}}$ – ұзындық бойынша майысу коэффициенті, %; $I_{\text{ш}}$ – ені бойынша майысу коэффициенті, %; $Y_{\text{д}}$ – плата ұзындығына көлденең өлшенген максималды саңылау, мм; D – плата ұзындығы, мм; $Ш$ – плата ені, мм.

Майысу шегіне стандарттар жоқ, бірақ беттік монтаждау үшін базалық өлшемнен 0,75% дейін ауытқу рұқсат етіледі және ілмелі үшін – 1,5%. Ширатылу деформациясын көзбен шалып диагональ бойынша, платаның бір бұрышы қалған үш бұрышы жатқан жазықтықта жатпағанда анықтайды. Ширатылуды анықтау кезінде үлгіні жазық бетке орнатады, оның үш бұрышы тегіс бетке тиіп тұру қажет. Төртінші бұрыш пен тегіс бет арасындағы саңылауды микрометрмен немесе сызғышпен өлшейді, формулаға өлшенген R мәнін жазады. Ширатылудың пайыздық қатынасын мына формуламен есептейді.

$$\text{Скручивание} = \frac{R}{2D} 100\%, \quad (5.2)$$

мұндағы, R – саңылау мәні, мм; D – үлгі диагональ, мм.

Стандарт бойынша ширатылу деформациясының келесі мәндері рұқсат етіледі: көп қабатты платы үшін – 0,4-0,5% , екі жақты үшін – 0,5-0,8%, бір жақты үшін – 0,9-1,5%. Плата қалыңдығы жоғары болған сайын, шек аз болады.

Базалық негізге тән ақаулар мыналар болып табылады:

- плата шеті сынуы, дәнекерлеу маскасының зақымдануы (баспа өткізгіштерде жабындының берік қабаты әдетте жасыл немесе қызыл түсті) және диэлектриктің зақымдануы түрінде механикалық зақымдану;
- құрам бөлікті орнатуға арналған монтаждық саңылау дәнекермен толтырылған;
- монтаждау саңылаулары дәнекерлеу маскасымен толтырылған – құрам бөліктерді орнату мүмкін емес;
- дәнекерлеу маскасы астында бос қуыстар, бұл пайдалану барысында келесі технологиялық үдерістерде орның қатпарлануына алып келеді.

Базалық негіздердің ақауларын айқындау үшін оптикалық және рентгендік бақылау әдістері қолданылады.

Оптикалық әдіс ақауларды линза және микроскоп көмегімен көзбен шалып бақылаудан тұрады. Техникалық көру жүйесінің жартылай автоматты оптикалық құрылғылар бар, олардың әрекет ету принципі жүйе жадында сақталатын бақыланатын нысанның цифрлық бейнесін сканерленетін жүйемен салыстыруға негізделген. Жүйеге әрқайсысы 2,5мм x 1,8мм қамтитын, 800 x 600 пиксель ажыратылымдылығы мен 0,4 мкм дейін дәлдікті алты бейнекамераға дейін жалғануы мүмкін.

Рентгендік әдіс рентген сәулелену қондырғылары негізінде жасалған, сирек қолданылады.

Баспа платаларының көзбен шалып анықталмайтын ақауларының бірі нашар дәнекерленуі болып табылады: дәнекерлеу кезінде түйсіктік алаңның дәнекермен суланбауы байқалады. Бұл ақаудың пайда болу себебі бірнеше: технологиялық материалдарды дәнекерлеу тәртібін дұрыс таңдамаудан бастап сақтау шартын қадағаламау немесе жарамсыз құрам бөліктерді қолданғанға дейін. Дәнекерленуін бақылау міндетті түрде (іріктеме кірме бақылау), сол сияқты баспа түйіндерін монтаждау барысында көп жарамсыздық санын айқындағанда да жүргізіледі. Іріктеме кірме бақылауды жүргізген жөн, себебі қанағатсыз дәнекерленетін платаларды айқындау жағдайында алдын ала шараларды қолданып, ақауды болдырмауға болады. Дәнекерленуіне тест жүргізген кезде дәнекерлеу пастасын металл трафарет арқылы металл немесе полиуретан рапельмен жағады. Паста ізін жағып тастамай, трафаретті шешіп алады да, тестілінетін элементті түйсіктік алаңдардағы дәнекерлеу пастасы іздерін негізге алып, түпқоймаға орнатады. Түпқойманы пешке салып, балқытады. Балқыған соң түпқойманы бөлме температурасына дейін суытады да, дәнекерлеу сапасын тексереді. Дәнекерлеу сапасының металлданған жерінің аймағының астам дәнекермен біртекті, үздіксіз және ақаусыз жабылуы болып табылады.

5.2.

БАСПА ПЛАТАЛАРЫН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ

Баспа платасын жасаудың технологиялық үдерісінің негізгі құрам бөлігі болып табылатын операциялық бақылау тәсілдері ток жүргізетін қабат пен өткізгіштерді қалыптастыру технологиясына, саңылауларды дайындауға (ішкі монтаж) және дәнекерлеу маскасын жағуға тәуелді. Операциялық бақылау кезеңінде бұзбайтын және бұзатын әдістерді қолданады.

Бұзбайтын бақылаудың бір түрі электрлік қосылыстарды тізбек бүтіндігіне тексеру болып табылады. Ол үшін баспа платасындағы электрлік қосылыстарды үш негізгі топқа бөледі:

- баспа өткізгіштері, плата бетіндегі байланыстарды қосады;
- металлданған саңылаулар, қабат арасындағы көлденең байланысты орнатады;

- металлданған саңылаулармен өткізгіштердің ішкі қосылысы көп (қабатты платада).

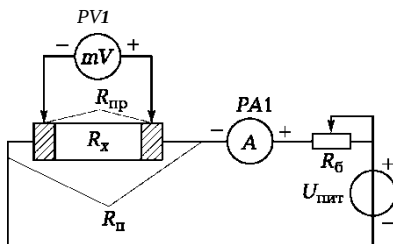
Бірінші топты бақылаудың кең тараған әдісі төртзондтық түйісуді қолдану болып табылады, ол өткізгіштер мен өлшеу аспабының кірме кедергісінің әсерін бейтараптауға мүмкіндік береді. Оның негізінде өткізгіш бет бойымен ток өткізу әдісі және онда кернеудің құлауын өлшеу жатыр, ал кернеу басқа өткізгіштер жинағымен түсіріледі. Кернеу ток көзі қосылған нүктеде емес, тікелей резисторлық элементте өлшенеді. Яғни, бұл өткізгіш өткізгіштердің кернеуы өлшеу сұлбасынан толық алынып тасталынатынын білдіреді. 5.1- суретте төрт зонд әдісін түсіндіретін сұлба көрсетілген.

Зерттелетін плата қалайы – күміспен жабылмауы қажет. Егер бұндай жабынды болса, онда оны өлшеу алдында химиялық әдіспен алып тастайды.

Қалайы құймасын алып тастауға арналған химиялық ерітінде құрамы: 60 - дық азот қышқылы (20°C температурада тығыздығы $1,36 \text{ г/см}^3$) – 330 мл; 40 %- дық борфторлы сутек қышқылы (20°C температурада тығыздығы $1,32 \text{ г/см}^3$) – 3 мл; деиондалған су – 670 мл.

Зондтар оксид үлдірін «түйрейді», түйсік ауданы кіші. Бұл кезде екі зонд ток көзі, ал қалған екеуі – өлшегіш болып табылады.

Өлшенетін кедергі R_x арқылы (платада мыс өткізгішінің екі нүктесі арасы) ток өткізеді, ол балласттық резистормен R_6 және бақыланатын амперметрмен $pA1$ реттеледі. R_x – те кернеудің азаюын милливольтметрмен $pV1$ өлшейді, олар тікелей R_x – ке қосылған, сондықтан өткізгіштер кедергісінің (R_h) әсері толық жойылады.



5.1-сурет. Төрт зондтық әдістің принципі түсіндіретін сұлба

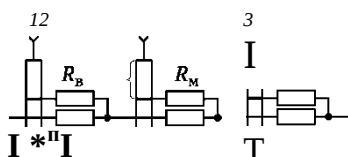
Вольтметрдің қосылу нүктесінде түйсіктік кедергімен түзелетін паразиттік кедергі (5.1 - суретте бағдармен көрсетілген өте аз және оны ескермесе де болады. Өлшенетін кедергі мәні R_x мына формуламен есептейді $R_x = \rho V I$ көрсеткіштері, МВ/ПАІ көрсеткіштері, мА.

Екінші және үшінші топ электрлік қосылыстардың тоқтап қалуы көбіне көпқабатты платаларды болады. Металлданған саңылаулар ақауларына мыстың химиялық тұнбасының қанағатсыз қасиеттері, саңылаулар бүйір жағының майлануы, саңылауды бұрғылаудан түзілген жаңқа және басқа себептер алып келеді.

Металлданған саңылаулардың және ішкі қосылыстардың кедергілерін өлшеу олардың күйі туралы жеткілікті жедел ақпарат береді. Бұндай кедергілер тәртібі әдетте келесідей құрайды: баспа өткізгіштері үшін 0,5 – 3мкОм/мм, металлданған саңылаулар үшін – 500-1000 мкОм/мм, ішкі қосылыстар үшін - 10-100 мкОм. Өлшенетін кедергі мәндерінің деңгейі позициялаудың қателері мен басқа денелердің дақтары себебінен жабылуынан кедергіні тура өлшеу механизмі ақауларды толық сипаттамайды. Бұндай бақылау тәсілінде жергілікті тарылу, ішінара үзілу (жүзбелі ақау, қыздыру кезінде жойылады), толық емес ішкі бірігу сияқты білінбейтін ақаулар қалып қалады. Ішкі өткізгіштің кедергісін ең дәл өлшеу әдісі үш нүкте әдісі болып табылады, оның мәні 5.2 - суретте келтірілген.

Бұл әдіспен саңылаулардың металлдану кедергісін R_b , қабат кедергісін R_h және металл саңылаудан саңылау арасындағы ұзынынан ішкі қабытына қосылудың толық/ішкі кедергісін R_v өлшеуге болады. Егер ретімен 1,2 және 3 нүктелері арасындағы кернеуді өлшесе, онда: $R_v + R_h = R(1-2) + R(2-3) + R(2-3) - R(1-3)$ қатынасы дұрыс. Егер зондтардың екі жақты түйісуі мүмкіндігі болса, онда ішкі кедергіні анықтауға болады: $R_v = R(1-2) + R(2-3) - R(1-3)/2$

Көпқабатты платалардың ішкі қосылыстарын бақылаудың бұзбайтын әдістеріне жылулық қоздыру әдісі жатады. Токтың бірлік импульсі бақыланатын саңылау арқылы өтеді, қыздыру температурасы тіркеледі, температурада белгілі бір мәнге жеткенде



5.2-сурет Үш нүкте әдісін жүзеге асыру сұлбасы:

1, 2 және 3 — платадағы саңылауға зонд енгізу нүктелері

Қосылыстың қызу үдерісінің даму сипаты бойынша қабаттың сенімділігі мен техникалық сипаттамасы туралы қорытынды шығырады. Бұл әдісте ток өткізу кезінде ішкі өткізгіштің бұзылу мүмкіндігіне байланысты шектеулер бар. Бұл болмас үшін шекті ыдырату тоғын мына формуламен есептейді:

$$T = 0,9/I, \quad (5.3)$$

Мұндағы I -ток тығыздығы, A/cm^2 ; T - токты өткізудің шекті периоды (өлшеу уақытына тең), с.

Егер өткізгіш толық бұзылуына дейін токтық ажыратылуы жүретін шекті орнатса, онда кернеудің өзгеру сипаты бойынша оның ұзындығын және көлденең қимасын мына формуламен анықтауға болады.

$$U = R_0 I = \rho Q L / S \quad (5.4)$$

мұндағы u_0 - максималды токқа жеткен кезде аспаптың ажыратылу кернеуі, В; ρ_0 - мыстың меншікті кедергісі; өткізгіш ұзындығы, мм; S - өткізгіштің қимасының ауданы, mm^2 .

5.3. БАСПА ПЛАТАЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРЛІК БЕРІКТІГІ МЕН ЭЛЕКТРЛІК ЕМЕС ПАРАМЕТРЛЕРІН ТЕКСЕРУ ӘДІСТЕРІ

Баспа платаларының негіздерінің диэлектрлік қасиеттері жақсы болу керек. Мысалы, FR4 маркілі шынытекстолаттың беттік кедергісі 50 МОм аз емес. Бірақ, ағып кету мен қысқа тұйықталумен байланысты тоқтап қалулар өткізгіш суретін қалыптастыру кезінде оқшаулағыш кедергісін біршама азайтатын операциялармен түсіндіріледі. Көбінесе қысқа тұйықталу және ағып кету көздері жергілікті ақаулар мен диэлектриктегі микро бос қуыстар, гигроскопты қосылыстар және жіңішке металл жалғастырғыш, монтаждаудың рұқсат етілмеген жоғары тығыздығы және беттің ластануы, оқшаулағыш қабатынан және плата бетіне жанасқан беттік разрядтан ауа өтуі болады. Бірқатар оқшаулағыш ақаулары сынақ кернеуінің әсерінен айқындалады.

Осы кезеңде айқын, сол сияқты ықтимал бұзылуды табу басты міндет болып табылады. Сынақ кернеуінен таңдау МЕСТ 23752.1-92 (МЭК 326-2-90) бойынша бекітіледі және 10,100 және 500 В тең деп қабылданады. Сынақ кернеуінің төмен деңгейі кейбір ақауларды байқамауға алып келеді. Мысалы, 300 В кернеу мәнін пайдаланып 1 с әсер еткенде шағын өлшемді платаларда шамамен 1% және ірі өлшемді платаларда 3% ақаулар айқындалмайды. Өткізгіш суреттің жеке тізбегіндегі таңдалған жерлері өткізгіштермен немесе түйсіктік алаңдармен түйісетін сынақ шұптар көмегімен жалғанады. Берілген кернеу сыналатын өткізгіш суреті учаскелеріне қысқа тұйықталу кезінде учаскедегі ток ажыратылатындай жалғайды. Сынақ кернеуінің көзі токты реттеуге арналған құрылғымен байланысу керек. Құрылғы аса қызып кетуді болдырмау үшін сыналатын тізбектің ток жүктемесінен аспайтын мәнге дейін токты шектеу керек. Қысқа тұйықталуды жылдам бағалау үшін индикатор қолдануға болады.

Баспа платасы диэлектригінің беттік кернеуі (кВ) мына заңға бағынады

$$U_{\text{пр}} = 3,1C^{0,6} \quad (5.4)$$

мұндағы C - өткізгіштер арасындағы қашықтық, мм.

Баспа платасының электрлік беріктігінен лак қабаты мен дәнекерлеу маскасы әсер етеді, олар электр беріктігі сәйкесінше 40 және 60% арттырады, ал ылғалдық артуынан ол 50% азаяды. Беріктікті сонымен қатар жоғары өткізгішті жерлердегі жылулық соққы азайтады, ол кезде олар генерациялайтын жылу алып кетілетін жылудан көп болады. Жылу соққысын дамытуға арналған арналар платадағы бос қуыстар болып табылады, онда кір жиналады да, жоғары өткізгіштікке жағдай тудырады.

Баспа платасы дайын өнімді жасау бойынша барлық технологиялық операцияларға қатысады, оның барысында барлық бұзатын әсерге түседі: дәнекерлеудің жоғары температурасынан бастап, механикалық жүктемеге, температура, ылғал өзгеруіне және т.б. дейін. Бұл жағдайда ол өзінің оқшаулағыш қасиеттерін және элементтерді демонтаждау мен қайта монтаждау мүмкіндігімен байланысты технологиялығын жоғалтпау керек.

Монтаждау операцияларын орындау кезінде баспа платасының маңызды қасиеті бір алаңда дәнекерлеу – демонтаждау – дәнекерлеу үзілуге беріктігі болып табылады. Түйсіктік алаңдардың беріктігі

ретінде баспа платасы бетіне перпендикуляр әсер ететін, түйсіктік ауданның негіз материалынан бөліну үшін қажетті күш қабылданады. Оны келесідей анықтайды. Алаң орталығына орналасқан саңылауға сым дәнекерлейді. Дәнекерлеудің соңғы циклынан кейін (дәнекерлеу – демонтаждау – дәнекерлеу) үлгі 30 минут суытылады. Содан соң ұзу машинасында баспа плитасының сымына 50 Н/с аспайтын жылдамдықпен тік бұрышпен түйсіктік алыңның негіз материаллынан бөлінуіне дейін біртіндеп ұлғаятын күш беріледі. Түйсіктік алаң үзілуге беріктігі ретінде үзілуге қажетті минималды күшті қабылдайды. Сынықты оннан аз емес түйсіктік алаңға жүргізеді. Сым диаметрін 5.1 кестеден таңдауға болады.

Баспа өткізгіштердің механикалық әсер етуде негізден бөлінуге беріктігі де маңызды параметр болып табылады. Баспа өткізгіштерінің адгезиясын бағалау кезінде плата негізіне мөлдір жабысқақ таспаны алып, жабысқақ жағымен ауа көпіршіктері қалмайтындай етіп сыналатын металл жабындыға жабыстырады. 10 с кейін сыналатын металл жабынды бетіне перпендикуляр тұрақты үзілісті күш беріп таспаны жұлады. Таспаны жұлған соң, сыналатын металл жабындысы мен түйіскен бөлігін, сонымен қатар металл жабынды бетін сынаққа қойылатын талаптарға сай көзбен шалып бақылайды.

Гальваникалық жабылған учаскелерді қабат қалыңдығына периметр бойынша кесіп, басқа учаскелерден бөліп алу қажет.

5.1-кесте. Баспа алаталарын түйсіктік алаңдардың үзілуіне тексеру кезінде сынақ сымның параметрлері

Түйсіктік алаң диаметрі, мм	Саңылау диаметрі, мм	Сым диаметрі, мм
4	1,3	0,9—1
2	0,8	0,6—0,7

Платаның үлкен бетін тексеру үшін жабысқақ таспада 2 мм бойынша аудандарға бөледі, осылайша жарамсыз учаскелер көрінеді. Егер өткізгіштер немесе оның бөліктері жабысқақ таспамен бірге жұлынбаса, плата жұмыс қабілетті болып саналады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Баспа платасының майысу мен ширатылу деформациясы қалай анықталады
2. Төрт зонд әдісіен тест жүргізу принципі неге негізделген?
3. Көп қабатты баспа платасының жасырын қабаттарының беттік кедергісін қандай тәсілмен өлшеуге болады?
4. Түйсіктік алаңдардың үзілуіне баспа платталары сапасын қалай анықтауға болады?
5. Баспа платаларын операциялық және кірме бақылау қандай операциялардан тұрады?

БАСПА ПЛАТАСЫНЫҢ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

6.1. БАСПА ПЛАТАСЫ НЕГІЗДЕРІНІҢ ЗАҚЫМДАНУЫН ЖӨНДЕУ

Айқын зақымдалған баспа платаларын жөндеуге болады. Баспа платаларының ақауларын үш топқа бөлуге болады:

- баспа платаларының диэлектрлік негіздерінің ақаулары;
- металл өткізгіш пен түйсіктік алаңнан қалыптасқан суреттің ақаулары;
- технологиялық учаскелер: бос қуыс, перфорация, саңылау және т.б.ақаулары.

Бірінші топтың кең тараған ақауларына көпіршіктер мен кампаю, ширатылу және майысу, беттік қабаттың бұзылуы жатады.

Диэлектрлік негізде көпіршіктер болған кезде жөндеу реті төмендегідей:

- саңылауды шар фезалы бұрғылау машинасы көмегімен түзілген көпіршік ортасынан бұрғылайды;
- картрижді (өндірістік піспек) эпоксидтік құраммен толтырылады;
- құрам инъекциясын бұрғыланған саңылауға енгізеді (эпоксидтік құрамның жақсы ағуы үшін платаны қыздырады); плата үстіне пресс қояды;
- платаны эпоксидтік кату температурасына дейін кептіреді.

Ширатылу мен майысуды жөндеу үшін баспа платасы жақтары бойымен (ұзына бойы) қалыңдығы 5 мм аз емес диэлектрлік материал жолағын жағады. Егер баспа платасында қыртыстану болса

оны – тығыз платаға қысады. Бұл құрылымды пешке салып, 125⁰С температурада 1 сағаттай тұрғызады. Платаны пештен шығармай, табиғи жолмен ақырын бөлме температурасына дейін суытады. Бондажды шешіп, майысуын немесе иілуін бақылайды.

Платаның беттік қабатында үлкен жерінде механикалық бұзылумен байланысты зақымдануды жөндеу кезінде трансплантация әдісі қолданылады:

- платаны зақымданған жерін жоғары қаратып орнатып бекітеді;
- зақымданған жерді бұрғылау немесе фрезерлік станокта алмас саптамалы фрезамен бұрғылайды (кескіш құрал – сайман немесе кесілетін жер диаметрі зақымданған жер өлшемінен аспау керек);
- FR4 типті шыны текстолитті пластинадан дайындама кесіп алады (ұзындығы зақымданған жерден 1-2 мм көп болу керек);
- дайындаманы зақымданған жерге алдын ала шеттеріне эпосидтік құрал жағып, салады;
- платаны 100⁰С температураға дейін қыздырады да, желімдеуші құрам толық қатқанша кептіреді;

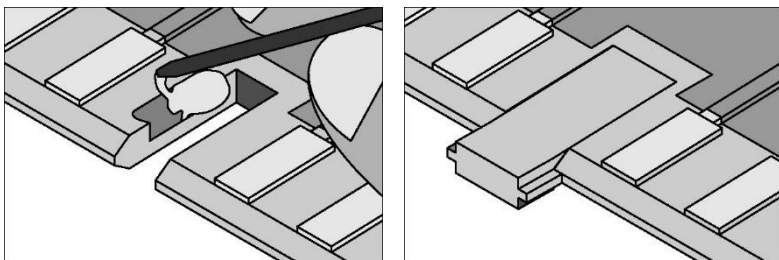
Жөндеу операцияларын жүргізген соң дәнекерлеу маскасының қорғағыш қабатын қалпына келтіру бойынша әрекеттер орындайды. Ең алдымен ескі зақымданған қабатын төменде келтірілген әдістердің бірімен алып тастайды:

- микроағынды әдіс – зақымданған қабатты майда дисперсті ұнтағы бар ауа ағынымен жою (әдістің екінші аталуы – «құм ағыны»);
- бетін кескіш құрал – сайманмен тегістеу немесе тазалау;
- термиялық әдіс – ыстық ауамен өндеу (дәнекерлеу маскасы зақымданған жағдайда қолданылады).

Ескі жағылған қабытты жою үшін платаны сығылған ауамен тазалайды және спирттік – эфир қоспасымен сүртеді. Дәнекерлеу масканы текстолиттік қабаттың зақымданған жеріне жағып, дәнекерлеу фенімен қыздырады. Жөндеу жұмыстарын орындау үшін сұйық екі құрамды дәнекерлеу маскасын қолданады, оның құрамына эпосидті шайыр мен фотосенсибилизаторды 1:3 қатынасында кіреді. Масканы құю әдісімен жағып, шпательмен тегістейді. Кепкен маска түрлі – түсті реңді (қызыл немесе жасыл) және жылтыр бетті.

Дәнекерлеу маскасы платаны ылғалдан, шаңнан және агрессивті ортаның түсуінен қорғамайды, ол үшін арнайы қорғағыш құрамдар бар, оларға ерекше талаптар қойлады: олар бетке оңай жағылу керек және еріткіштерді қолданбай тампонмен алынып тасталу керек немесе «шұлықпен» шешілу керек: жағылатын бетпен әрекеттеспеу керек және ыстық кептіру кезінде жабылған қабатқа сіңбеу керек. Жөндеуден кейін платада орналасқан құрам бөліктерді қорғау үшін парилен жабындасын қолданады, оны дипараксилентпен алынады: ол токтың ағып кетуін, коронарлық әсерлерді, қысқа тұйықталу мен электр разрядтарын болдырмайды, экстремалды атмосфералық жағдайда пайдаланылатын түйіндерді коррозиядан сақтайды.

Платада әрқашан технологиялық саңылаулар, ойықтар және кілттер бар, олар қосымша құрам бөліктерді – ажыратқыштарды, қосқыштарды, радиаторларды, ірі бөлшектерді бекітетін қосымша модульдерді орнату үшін және платаларды дайын өнімнің корпусына дәл және сенімді орнату үшін бағыттаушы ретінде арналған. Олардың сапасы мен бүтіндігі тікелей өнімдердің пайдалану қасиеттері мен механикалық беріктігіне әсер етеді. Кілттер мен ойықтар пайдалану немесе сынау барысында зақымдануы мүмкін. Кілттер мен ойықтар аздап зақымданған кезде (шытынау, өлшемінің өзгеруі, сызаттану) баспа платасының зақымданған жердің механикалық щеткамен, спиртпен немесе еріткішпен тазартады. Тазалау сапасын көзбен шолып бағалайды, зақымданған жерге спирт немесе еріткіш құяды да, одан құрылымы нақты көрінеді. Сфера тәрізді фрезалы бұрғылау машинасы көмегімен б.1 а- суретте көрсетілгендей, зақымданған жерді ояды.



а

б

6.1-сурет. Зақымданған ойықты жөндеу:

а — зақымданған ойықты бұрғылау және құю; б — имплантант қою

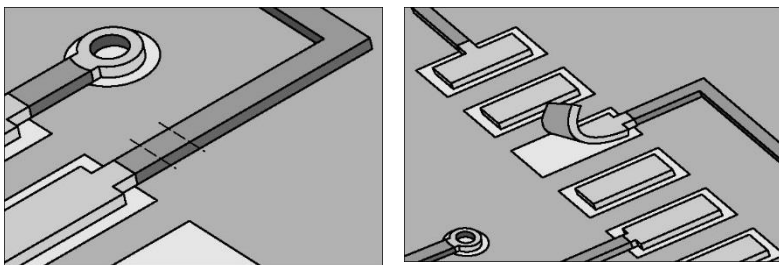
Бұрғыланған зақымданған жерге алдын ала термо үстелде қыздырып эпоксидтік құрам құяды. Зақымданбаған жерлерді қорғау үшін колиамид таспа қолданылады. Қатқан құрылымды бетін тегістеп, лак жағып тұтынушылық сапаға жеткізеді. Өте қатты зақымданған ойықтар мен кілттерді қалпына келтіру үшін ойыққа базалық материалдан жасалған имплантант (6.1 б-сурет) жабыстырылады; желім толық кепкен соң, қатты құймалы бүйірлік фрезмен жаңа ойық ояды.

Шетіндегі түйсіктік алаңдар – ламельдер көбінесе механикалық зақымданады, себебі олар арқылы модульдерді бір – бірімен және негізгі платамен қосады. Бұл зақымданулар металлдың үйкелуі, қатпарлануы, қыртыстануы және т.б. түрде болады. Ламельдің зақымдануын мұқият бұзылған қабат қалдықтарынан тазартады немесе кесу сызығы бойынша толық ойып алады (6.2-а сурет).

Жаңа түйсіктік алаң бетін тегіс жасайды, спирт – керосин қоспасымен тазалайды да кептіреді. Ламельді жөндеудің екі әдісі бар:

- сәйкес өлшемді ламельді таңдау үшін жөндеу жинағын пайдалану;
- мыс фольгадан жаңа түйсіктік алаң жасау.

Жөндеу жинақтарында ламельдердің стандартты дайындамалары (шеткі түйсіктер) жабысқақ негізде мыс фольгасынан және зақымданған жерге берік бекітілу үшін эпоксидті негізбен жасалған олардың сырты никельмен немесе алтынмен жабылған. Дайындама бекітілген жабысқақ таспа көмегімен жаңа ламельді зақымданған жерге орнатады (6.2 б-сурет), оны платада «ескі» өткізгіш бойынша минималды жабылуы өткізгіштің өзінің екі қалыңдығынан аз болмау



а

6.2-сурет. Ламельдерді жөндеу:

а — зақымданған ламельді кесіп алу; *б* — ламель дайындамасын жабыстыру

керек. Таспа қалпына келтіру циклі бойы сол жерде қалады. Осылай бекітілген ламельге жабысқақ таспаның эпоксидтік құрамы толық қатқанша ыстықтай саптама басады.

Жапсырылатын саптама мен жұмыс істеуге арналған құрал шектік түйсіктер жинағымен бірге жабдықталады.

Жабыстыру циклі аяқталған соң таспаны шешіп алады да, жаға шектік түйсік өткізгішін плата өткізгішіне дәнекерлейді. Ламель дайындамасын өздігінен жасау кезінде барлық таспаны жабыстыру операцияларын жіне эпоксидті шайыр жағу операцияларын РЭА реттеушісі орындайды.

Егер түйсіктік алаңдарда аздаған зақымдану немесе шеттік ақаулар («қажалу») болса, түйсіктің зақымданған бетін металдау өолданылады. Жабындыны гальваникалық әдіспен тқрақты токта гальванизация қондырғыларында жағады. Электродтың бірін металданатын жерге қосады. Анод орналасқан штанганы тез әрекет ететін метал түзетін ерітіндіге батырады да оң кернеу көзіне қосады. Ерітінді анод бетін жапқан адсорбциялайтын үлдірге сіңеді. Ерітіндіде қаныққан анодты түйсіктік алаң бойымен жүргізеді, оған электролит ерітіндісінен металл тұнады. Ерітінді ретінде мыс купоросынан – 200 салмақтық бөлік, күкірт қышқылынан -50, этил спиртінен – 1-2 тұратын суспензия қолданылады.

6.2.

БАСПА ПЛАТАСЫНДА ӨТКІЗГІШТЕРДІ ЖӨНДЕУ

Фотолитографияның өндірістік операцияларын жүргізген соң және өткізгіш жабындыны қалыптастырған соң платада қатпарланған өткізгіштер, жарылу, жұқару және сызаттар сияқты ақаулар туындау мүмкін. Бұнда платаларды қалпына келтіруді бірнеше тәсілдері бар.

Өткізгіштің кедергісіне әсер етпейтін терең емес сызаттарды жөндейді. Егер сызаттар терең (әдетте өткізгіштердің біршама ұзындыққа үзілуі жатады) және дәнекерлеу кезінде дәнекермен толтырылмаса, олар ақау ретінде қарастырылады да жөндеуге жатады. Ол үшін үзілу сипатына байланысты бірнеше тәсілдер бар.

1. *Мыс фольгасы жолақтарымен жөндеу.* Дәнекерленетін жағы қалайыланған мыс фольгасы жолағын үзілген өткізгіштің бір ұшына дәнекерлейді, негізге – диэлектрикке барлық ұзындығы бойымен жабыстырады да, өткізгіштің екінші ұшында дәнекерлейді. Үзілген өткізгіштің ұштарын кесіп тастап, 2 мм ұзындыққа ұштарын қалайылайды.

2. *Қалайыланған мыс сыммен жөндеу.* Үзілген өткізгішті дәнекерлеуге дайындайды. Жаңадан қалайыланған сымды ауқаудың екі жағына баспа өткізгішінің орталығынан 3 мм дейін ұзындыққа дәнекерлейді. Егер саңылау ұзындығы 10 мм көп болса, онда сымды эпоксидтік желіммен жабыстырады.

3. *Оқшауланған сыммен жөндеу.* Егер өткізгіш 20 мм астам ұзындыққа үзілсе, онда оқшауланған сыммен жөндейді. Термотұрақы оқшаулағышы бар сымды қолданады, оны ұзына бойы жабыстырғыш құраммен жабыстырады. Ені 1,5 мм астам өткізгіштер үшін жалғауды монтаждау саңылауы арқылы орындайды, оларды алдын ала үзілген өткізгіш ұштары жерінде бұрғылайды. Сымды платаның жұмыс жағының артқы жағынан салады. Сым ұштарын саңылаудан шығаралы да, үзілу жағына қарай иеді де 3 мм аз емес жауып тұратындай етіп дәнекерлейді.

4. Ток жүретін жолдардың аздап үзілуінде немесе зақымдануында, оны фольга немесе сым көмегімен қалпына келтіру мүмкіндігі болмаған жағдайда, төк өткізетін бояуды қолданады, оның құрамына 90% мыс пен 10% дәнекер қоспасы кіреді. Қоспаны полимердің жұқа оқшаулағыш қабатына жағады. Полимерлі құрам бөлік температуралық тұрақтылыққа ие және үзілген жері бар 6 x 6 мкм аз емес өлшемді түйсіктік алаңның жоғары беріктілікті әсер етеді. Электрлік қосылу жаңадан салынған баспа суретінің құрамына кіретін дәнекердің балқуы есебінен жетеді. Бұл әдіс цифрлық, сол сияқты аналогтық баспа платаларына және қоректендіру щиналары өткізгіштерін қалпына келтіруде қолданылады, бұнда өткізгіш ені 0,25 мм аз болмау керек, нәтижесінде 2,6-34 А күшті ток өтуін қамтамасыз етеді.

6.3.

ҚАТПАРЛАНҒАН ӨТКІЗГІШТЕР МЕН ТҮЙСІКТІК АЛАҢДАРДЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

Өткізгіштердің негізден қатпарланудың объективті себептері баспа платасының материалы, фольга жабындысын жағу әдісі, фотолитография кезінде химикаттардың әсері болып табылады.

Субъективті факторларға РЭА монтаждаушының кәсіби емес әрекеттері, дәнекерлеудің температуралық және уақыттық тәртіптерін қадағаламау, демонтаждау ережелерін қадағаламау болып табылады. Баспа платасының қатпарланған қосылыстарын жөндеу өткізгіштің ішінара (оның периметрінің 30 % дейін) немесе толық қатпарлануында жүргізіледі, бірақ оның ұзындығының 50% (10 мм) аспау керек. Бұндай жағдайда үзілген өткізгішті оқшауланған сымнан жасалған жалғастырғышпен алмастырады (фторпласт үлдірлі оқшаулағышы бар қимасы $0,03-0,05 \text{ мм}^2$ жұқа көпсымды өткізгіш қолданылады, мысалы МП16-11 маркалы). Күрделі емес зақымданулар – төмен вольтті және төмен жиілікті тізбектерде өткізгіш жолақтардың қатпарлануын – екі тәсілмен жояды.

1. *Желім көмегімен.* Қатпарланған өткізгіш бөлігін негізден барлық ұзындығы бойы бөліп алады, оның кері жағын және өткізгіш астын спирт-бензин қоспасымен тазалайды да кептіреді. Қылқаламмен негізге және өткізгіштің артқы жағына желім (эпоксидті немесе цианакрилаттық) жағады. Оны қатпарлану жеріне басады да, фторпласт үлдір арқылы желім қатқанша струбцинамен қысады.

2. *Ток өткізетін құрам немесе ток өткізетін желім арқылы* (ең жақсы нәтиже күміс негізіндегі құрам береді). Зақымданған жолды екі жағынан тіліп алып тастайды да, оның орнынан ток өткізетін құрам жағады. Бұл әдісті үзілген немесе қатпарланған өткізгіш 5 мм ұзындыққа дейін болса ұсынылады.

Цифрлық және жоғары жиілікті аналогтық тізбекте өткізгіштің қатпарлануы және оның зақымдануы одан да технологиялық жөндеу тәсілін қажет етеді. Эпоксидті құрам сіңірілген арнайы жабысқақ таспаны қолдану өткізгіштің конфигурациясын сақтауға және берік қосылыс түзуге мүмкіндік береді. Ең алдымен қатпарланған өткізгішті кесіп алады, содан соң таспа кесегін қатпарланып бөлінген жер өлшеміне сәйкес өлшемін кесіп алады, таспа үстіне кесіп алынған, алдын ала тазаланған өткізгіш салады, үстінен полиамидтік таспа кесегін жабыстырады. Баспа платасын горизонталь орналастырады да алынған «қатпарды» эпоксидтік таспамен бекітеді. Жабыстырғыш «үтікше» шетін өткізгішті жапқан полиамид үлдіріне, қысып және оны қыздырып тигізеді. Температура мен қысым әсерінен желім полимерленеді де, өткізгішті платаға берік жабыстырады.

«Үтікше» - жұмыс беті температурасы 85-тен 285°C дейін әртүрлі материалдарды қыздыруға арналған құрылғы. Вертикаль орналасады, қыздыру жерін дәл позициялау үшін тұрақта бекітіледі.

Бұл әдіс тиімді, бірақ көп еңбекті қажет етеді және жоғары технологиялы, жұмысшылардың арнайы біліктілігін қажет етеді.

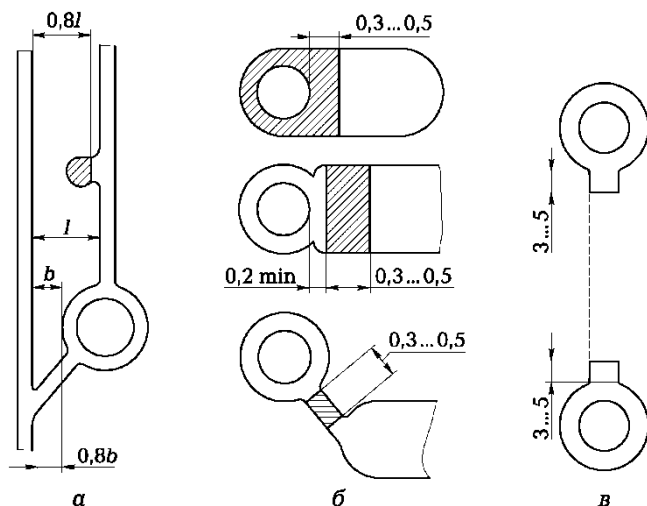
Ертеректе айтылған басқа әдіс қатпарланған өткізгіш бетін мыс фольгасынан жасалған жалғастырғышпен жабу арқылы қалпына келтіруге негізделген:

- монтаждау пышағымен баспа платасы бетімен жақсы ілінісу сақталған жерге дейін зақымданған жерді кесіп алады;
- өткізгіштер ұштарын тазартады;
- өткізгіштің тазартылған ұштарына аздап флюс жағады да, дәнекермен дәнекерлейді;
- фольгадан жалғастырғыш кесіп алады, ені мен қалыңдығы бойынша ауыстырылатын өткізгішке тең болу керек;
- жалғастырғыш бетінің екі жағын тазартып, қалайылайды. Жалғастырғыш қолда бар өткізгішті сол өткізгіштің енінен екі есе еніне жауып тұру керек. Қажет болса, дәнекерленетін жалғастырғышты полиамидті жабысқақ таспамен бекітеді.;
- жалғастырғышты өткізгішке дәнекерлейді. Содан соң таспаны шешіп алады, үстін және бүйір қырларына эпоксидтік желім жағады, құрамын ағаш қалақшамен тегістейді.

Егер ұзындығы 10 см астам ұзын және ирелген зақымданған жерлер болса, баспа өткізгішін жөндеуді зақымданған өткізгіштің ұзындығы бойынша және екі жағына қосымша 3 мм алып таңдалған сыммен жүргізеді. Сым және өткізгіш ұштарын қалайылайды, сымды зақымданған жер контуры бойынша майыстырады, платада полиамидтік жабысқақ таспамен жабыстырады, сым ұштарын өткізгіштің қалайыланған жеріне дәнекерлейді. Дәнекерлеген соң таспаны алып тастайды. Сым диаметрі қалпына келтірілетін өткізгіш еніне тәуелді.

Жөндегін сым диаметрінің қалпына келтірілетін өткізгіш еніне тәуелділігі

<i>Өткізгіш ені, мм</i>	<i>Сым диаметрі, мм</i>
0,25.....	0,15
0,38.....	 0,20
0,50.....	0,23
0,78.....	 0,28
2,08.....	0,46
3,18.....	0,58



6.3-сурет. Баспа өткізгіштерін тілу әдістері:

a — ақауды— дәнекерлеу көпірінжою(1 — өткізгіштер арасындағы қашықтық; *b*— өткізгіш пен түйсіктік алаң арасындағы қашықтық); *б* — сұлбалық өзгертуде өткізгіштерді алып тастау; *в* — түйсіктер алаңы арасында өткізгішті тілу

Тығыз монтаждау жағдайында саңылаулар арқылы жөндеу тәсілін қолданады, оларды зақымданбаған жері ұштарында бұрғылайды. Қалпына келтірілген өткізгіш жабындының сапасы сымды дұрыс таңдаудан, оның диаметрінен, дәнекерлеуден, флюстен және қалпына келтірілетін өткізгіштерді тілуге тәуелді. Дәнекердің артықшылығы немесе жетіспеуі, флюс артықшылығы өтпелі кедергілерді ұлғайтады, жабынды беріктілігі мен ұзақ мерзімділігін азайтады. Баспа өткізгіштерді тілу (6.3-сурет) келесі зақымдануды жою үшін қолданады:

- «жеткілікті ойылмау»;
- Топтық дәнекерлеуден кейін дәнекер көпірі (6.3, а-сурет);
- Сұлбаны диагностикалау кезінде тізбектерді бөлуге арналған асанды жасалған тілік (6.3, б-сурет);
- Өткізгіштің зақымданған жерлерін алып тастау (6.3, в-сурет).

Тілу үшін монтаждау пышағын немесе скальпель қолданады. Тілуді зақымданған өткізгіштің екі жағынан жасайды, негізді щеткамен немесе фрезамен тазалайды. Аздаған тілінгенде (0,5 мм дейін, 6.3,б-сурет) өткізгіш қабатты қалпына келтіруді дәнекер тамшысымен қамтамасыз етуге болады, ол өткізгіште жүретін токтың артуынан қосымша сақтандырады.

6.4. КӨП ҚАБАТТЫ БАСПА ПЛАТАЛАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРІП ЖӨНДЕУ

Көп қабатты баспа платаларын өндіру кезінде ішкі қабаттары көзбен шолып бақыланылмайды, ішкі қабаттар арасында үзілу немесе қысқа тұйықталу айқындалатын (үш зонд әдісімен) жағдайлар болады. Бұндай платаларды қалпына келтіру үшін ақаудың ықтимал орналасқан жерін бұрғылайды да, фотолитография әдісімен саңылауды металдайды [14]. Бұдан қарапайым нұсқа – ақауланған саңылауға дәнекер құю, ішкі диаметрін болат сыммен бақылау керек. Құйған соң болат сымды алып тастайды. Көп қабатты платаларда ілмелі монтаждау элементтерін орнатуға арналған саңылаулар оның барлық ұзындығы бойы металдануы керек және элемент пен дәнекерді бекіту үшін түйсіктік алаңы болу керек. Егер жобалауда қателесу немесе технологияны бұзу нәтижесінде түйсіктік алаң болмаса және металдану бұзылса, онда қалпына келтіретін жөндеуді мына ретте жүргізеді:

- диаметрі 1,6 мм саңылау бұрғылау;
- саңылауға эпоксидті шайыр құю;
- құйылған саңылауды бос қуысты қапсырма, пуклевка және қада өлшемі бойынша тесу;
- жалғанатын элементті орнату (жабыстыру және дәнекерлеу).

Егер бұндай ақау беттік монтажда айқындалса (қабатаралық қосылыс болмау), онда қарастырылған әрекеттерден басқа, орнатылған қадаға немесе пуклевкаға сым орайды, ал екінші ұшын қосылатын элементтің түйсіктік алаңына дәнекерлейді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Баспа платасы ойықтары мен сыртқы бетін қалпына келтіріп жөндеу технологиясын сипаттаңыз.
2. Дәнекерлеу маскасы дегеніміз не және ол қандай жағдайда қолданылады?
3. Баспа платасының қорғағыш қабаты қандай талаптарға сай болу керек?
4. Зақымданған ламельдерді жөндеу технологиясын сипаттаңыз
5. Баспа платасынла өткізгіш қосылысты қалай қалпына келтіруге болады?

ІЛМЕЛІ, БЕТТІК МОНТАЖДАУ САПАСЫН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРЕТІН ЖӨНДЕУ

7.1. МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУДАН КЕЙІНГІ БАҚЫЛАУ ТҮРЛЕРІ

Монтаждау операцияларын орындау сапасын бақылауды дәнекерленген қосылыстарды жалпы қараудан, құрам бөліктердің дұрыс орналасуын, ажыратқыштардың физикалық күйін, орнатылатын өнімдерді және сымдар төсемдерін тексеруден тұрады. Бұл бақылау түрін электрлік тестілеуге дейін орындалатындықтан, онда оның мақсаты ықтимал болып қауіптерді анықтау болып табылады, сол арқылы қоректендіру кернеуін беру және бөлшектердің механикалық зақымданудан, сымдардың қысқа тұйықталуынан және т.б. апаттық салдарды болдырмайды.

Сыртқы тексеру үздіксіз бақылау операцияларына жатады және монтаждаудың барлық кезеңдерінде жүргізіледі. Бұнда бақыланатын параметрлер туралы ақпарат үздіксіз түседі және әдетте техникалық үдерісті немесе жеке операцияларды түзету үшін бірден талданады. Сыртқы тексеруді органолептикалық әдіспен жүргізеді, ол зақымданған жерлерді сезім мүшелері мен қабылдауға негізделген (көру, есту, ұстап сезу), алынған ақпарат санмен өрнектелмейді. Бұл жағдайда шешім сезініп қабылдау нәтижелеріне негізделеді (мысалы, түс реңдерін бағалау бойынша, сыртқы түрі, бетінің тазалығы және т.б.). Органолептикалық бақылауды өлшеу құралдары болып табылмайтын, бірақ оның мүмкіндіктерін кеңейтетін немесе сезім мүшелерінің қабылдауын күшейтетін қосалқы құралдар қолданылады. Бұл лупа, жарықтандыру шамы, люминесцентті сұйықтықтар, химиялық реагенттер болуы мүмкін.

Органолептикалық бақылау түрлеріне көзбен шолып бақылау және техникалық тексеру жатады.

Визуалды бақылау көру мүшесімен орындалады, белгілі үлгілермен салыстыру негізінде жүргізіледі, мысалы дұрыс дәнекерлеу, ширатпа тоқу мысалы, элементтердің сыртқы түрі. Бұндай бақылау түрінде бағалау – тек сапалық.

Техникалық тексеру қосымша техникалық құралдар көмегімен жүргізіледі, оның номенклатурасы технологиялық құжаттамамен орнатылады. Техникалық тексеру кезінде нысанның күйі туралы сандық мәліметтер де алынуы мүмкін. Бұл ақпарат температура (элементтердің жергілікті қызуы), панельдер мен экранда және т.б. нүкте түрінде ақау мөлшері түрінде өрнектелуі мүмкін.

Органолептикалық бақылау нысандарына модульдің, түйіннің, дәнекерленген қосылыстың сыртқы түрі, сымдардың, кабельдердің, ширатпалардың орналасуы, жүргізілуі және бекітілуі, электрондық жинақта, шкафта және монтаждalған тұрақта коммутациялық өнімдердің дұрыс орналасуы болып табылады.

7.2. РАДИОЭЛЕМЕНТТЕРДІ, ӨТКІЗГІШ БӨЛШЕКТЕРЛІ ЖӘНЕ ЖАЛҒАҒЫШТЫ МОНТАЖДАУ САПАСЫН БАҒАЛАУ

Монтаждау сапасын бақылау РЭА монтаждаушы тікелей жеке операцияларды орындау барысында үздіксіз жүргізеді. Ол барлық бақылау әдістерін меңгеру керек және бақыланған құбылыстарды дұрыс талдау керек. Жарамсыздықтың көп бөлігі осы өндіріс кезеңінде қалыптасатындықтан, бұл бақылау мәні зор.

Монтаждау кезінде ең алдымен радио – элементтерді, желілік монтаждау элементтерін (өткізгіш, жалғаушы сым), коммутациялық түйіндердің (клемма, ажыратқыш, айырғыш және т.б.) дұрыс орнатылуына назар аударады.

Радиоэлементтерді орнату және монтаждау халық аралық стандарттау (IPC) ОСТ 45.010.030.92 және ТШ талаптарына бағынады. Стандартты элементтер конфигурациясына, сыртқы шығарылатын өткізгіштер иілуіне, олардың платада орналасуына және т.б. қойылатын талаптарды орындау кезінде маркіленуі көрінетіндей етіп орнатады, олар анық және жеңіл оқылатын болу керек [5]. Барлық полярлы емес элементтер маркіленуі жоғарыдан

төмен немесе солдан оңға қарай оқылатындай етіп бағытталады. Бояуы барлық пайдалану мерзімі бойы жойылмау керек. Элементтер платада олар орналасуы үшін маркіленген жерге нақты орналасу керек. Диодтарды, транзисторларды, полярлы конденсаторларды, катушкаларды және трансформаторларды бағыттау кезінде платадағы ерекше белгілер көрсетіледі: диодтар үшін – катодтың орналасуы, транзисторлар үшін – барлық электродтар аталуының бірінші әрпі бойынша, трансформаторлар үшін – штрихсіз цифрлармен сыртқа шығарылатын электродтарға арналған саңылаулар орам басы ретінде, ал штрихпен цифрлар – орам соңы, индуктивтілік катушкалары үшін нүктемен орам басын белгілейді. Беттік монтажды орындау кезінде SMD – маркілеуді кейде жасамайды, бұл жағдайда принциптің және монтаждау сұлбаларын негізге алады.

Радиоэлементтерді орнату үшін белгілерді баспа платасын жобалау кезеңінде олардың геометриялық өлшемдері мен пайдалану шарттарын ескеріп жүргізеді. Баспа платасында технологиялық саңылауларға келтіріп, сыртқа шығарылатын өткізгіштерді қалыптауды РЭА монтаждаушы стандартқа сай орындайды. Бірақ бірқатар регламенттелмейтін ережелер бар. Мысалы, баспа платасына элементтер контурын проекциялау оның шетінен шығып кетпеу керек және одан 1,5 мм аз емес қашықтықта орналасу керек. Бұл талап платаны корпусқа орнатқанда еркін орын ауыстыру қажеттілігімен түсіндіріледі. Элементтердің симметрия өсі монтаждау нүктелерін біріктіретін сызықтармен сай келу керек, кері жағдайда олар басқа элементтерге бөгет жасайды да, температуралық теңгерімді бұзады. Сыртқа шығарылатын өткізгіштердің қиылысуы, майысуы түйсіктердің бұзылуына алып келеді, оның салдарынан элементтің қызмет көрсету мерзімі және барлық сұлба сенімділігі қысқарады. Бұл әсіресе ұштарына түтікті қыш оқшаулағыштар кигізілетін элементтерде болмаған жөн, мысалы кейбір конденсаторлар түрлерінде, қуатты транзисторларда және диодтарда. Элементтер корпусы лак жағылмаған немесе дәнекерлеу маскасы жоқ ашық жанаспау керек.

Кейбір жағдайда технология элементтерді платаға тигізіп, горизонталь орнатуға рұқсат береді, бірақ элемент корпусы мен плата арасында бірнеше қабат лак немесе дәнекерлеу маскасы болу керек. Тығыз монтаждау кезінде элементтерге оқшаулағыш түтікше кигізуге рұқсат етеді, олар элемент маркіленуі оңай оқылу үшін жартылай мөлдір болу керек.

Аксиолды сыртқа шығарылған өткізгіші бар элементтер (элемент корпусы бойымен екі жаққа) горизонталь немесе вертикаль орнатылады да, бетінен минималды саңылау 0,4 мм аз, ал максималды – 3 мм дейін болу керек. Бұл талап платаны шаң мен ластанудан тазалау қажеттілігімен және механикалық тұрақтылық талаптармен орнатылған. Тарату қуаты 2 Вт жоғары элементтер корпусы басқа элементтермен, олар тұмшаланған корпуста орналасса да, жанаспау керек. Олардың арасындағы қашықтық табиғи суытылу үшін қажетті ауаны еркін өткізу үшін 5 мм аз болмау керек.

Өткізгіш монтажын сыртқы тексеру және оны бақылау, әдетте бір – бірінен қашықтықта орналасқан немесе әртүрлі пайдалану шартында жұмыс істейтін, әсіресе байланыс желілері мен желілік аппаратурада қолданылатын түйіндер мен модульдерді өткізгішпен және ширату арқылы қосу кезінде өзекті.

Платадағы сымдарды олардың жалғанған жеріне дейін мұқият қарап, түйсіктік топтар, ұштарының қосылуы мен аяқ жағы бөлігіне назар аударады. Элементтер мен плата айырмаларын атқарушы күш құрылғылары мен модульдерге (қозғалтқыш, реле, ажыратып қосқыш, ажыратқыш және т.б.) жалғайтын сымдарды тексеру кезінде, түсі таза және жылтыр болуы қажетті оқшаулану бүтіндігіне, қосылу беріктілігіне, ширатылу, түйіндерге назар аударады, олар механикалық әсерге тұрақты болу керек (бұл жағдайда сымды ажырату жерінен аздап күш жұмсап суырып алып көру керек). Сымның оқшауланған бөлігі сұлбаның басқа элементтеріне жанаспау керек, бұл бөлігінің ұзындығы 2 мм аспау керек. Сұлба элементтері бойымен сым өтетін жерде термоотыратын түтік түрінде қосымша оқшаулағыш орнатады.

Шлейфтік және ширатып қосу кезінде МЭСТ 23586-96 мазмұндалған ережелерді ұстанады, ширатпа иілуі 90°С аспау керек, жылжитын платформаға, тегершікке және планкаға жалғау жерінде ширатпаны қамытпен бекітеді. Сымдар мен шлейфтер маркіленуі керек, ол қосу нүктесін шартты белгімен көрсетуі тиіс, әдетте пластмасса маркілеу сақинасында көрсетіледі, мысалы сым ұшында С 1.2 деп көрсетілсе, ол шлейфтегі (ширатпадағы) 1-ші сым С ажыратқыштың 2 түйсігіне қосылатынын білдіреді. Бұндай нұсқаулар монтаждау және демонтаждау операцияларын жедел орындауға мүмкіндік береді.

Байланыс желісі бойынша дабылдың таралуы кезінде оның пішіні, фазасы және амплитудасы ішкі шағылысу әсерінен өзгереді.

Бұл жоғары жиілікті және цифрлық дабылдар үшін өте қауіпті, құрылысында әртүрлі бөлшектердің желінің жеке жерлеріне жалғану ерекшеліктеріне байланысты, мысалы баспа өткізгіші – орам жұп – жалғастырғыш.

Монтаждау барысында желінің жеке жерлерінің қосылу сапасына әсер ету себебін орнатуға болады, ол үшін желінің қосылатын жерінің параметрлері мен сипаттамаларын өлшейді.

Сыйымдылық (желінің тұйықталмаған ұшында) және индуктивлікті (желінің тұйықталған ұшында) өлшеу қиынға соқпайды. Бұдан күрделірек мәселе радиотехникалық кабельдердің кірме импеданстары мен толқын (толық) кедергілерін өлшеу болып табылады, мысалы антеннада кіруінен теледидар түйнеріне дейін 7.1 – суретте радиокабельдердің (РК) бір жерінің эквивалентті сұлбасы келтірілген, онда R – ішкі өткізгіштің учаске кедергісі; L – сымның тараған индуктивтілігі; C – ішкі өткізгіш пен экран арасындағы сыйымдылық; G – өткізгіштік (желі учаскесінен ағып кету кедергісін ескереді). Бұндай кабельдің толық кедергісі мына тәуелділікте болады

$$Z_o = J(R + j\omega L) / (C + j\omega C). \quad (7.1)$$

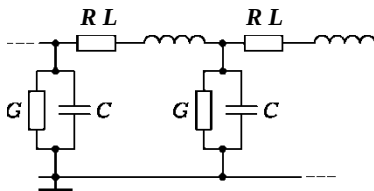
Шығынсыз желілерде жоғары жиілікте бұл формула мына түрде болады

$$Z_o = 4\pi c, \quad (7.2)$$

тұрақты токта

$$Z_o = \frac{1}{\omega C_o}. \quad (7.3)$$

Өткізгіш желілерін монтаждауда қателесу кабельдің толық толқындық кедергісін өзгертеді де, дабыл шығындалуына және бұрмалануына алып келеді. Бұл сонымен қатар желілік тараптар мен есептеуіш техникасы интерфейстеріне, желілік байланыс аппаратурасына тән. Байланыс желілері параметрлерін анықтаудың



7.1-сурет. Шоғырланған параметрлі РК элементарлы учаскесі



7.2-сурет. Эхо-тестермен өлшеу кезінде кернеу эпюрі

бір әдісі рефлектометрия болып табылады: кабельдің бір ұшын импульстік генераторға қосады, егер сынақ импульсі сым бойынша таратқанда біртектіліктерді кездестіргенде, ол шағыласады, оның болуы бойынша бұзылған жерді анықтайды (дыбылдың таралу жылдамдығы белгілі болса), ал оның амплитудасы бойынша – толқындық кедергі анықталады. Бұндай өлшеу жүргізуге болатын аспаптарға импульстік эхо –тестер (кабелдік тестер –рефлектометр) жатады. 7.2- суретте шығылысқан дабылдың тасталуын белгілейтін эхо –тестер дабылы көрсетілген, номиналды – 50 Ом кедергіге қатысты толқындық кедергінің өзгеру жерін көрсетеді. Эхо –тестердің терминалдық датчигі мен желісіз қабылдағышы бар.

Желілік байланыс бұзылуын анықтайтын аспаптарға сонымен қатар импульстік рефактометрлер жатады, олар үзілу жерін, қысқа тұйықталуды, өскінді айқындайды және зақымданған жерді көрсетеді, Оптоталшықты кабельдің зақымдануын анықтау үшін талшықты локатор қолданылады, ол зақымданған жерді және дабылдың 5 дБ өшуді анықтау үшін оптоалшықты тестілейді. Онда френель шағылысу әдсі қолданылады, сол арқылы зақымданған жерде қызару бойынша кабель сандық және сапалық бағалайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Пассивті радиоэлементтерді монтаждауда қандай параметрлер бақыланады?
2. Қай жағдайда байланыс желі жолдары бұзылған болып саналады?
3. Оптоталшықтың ықтимал жарамсыздық түрлерін атаңыз.
4. Байланыс желілері өткізгіштерін тестілеуде қандай өлшеу құралдары қолданылады?
5. Микросұлбаларды дәнекерлеуде кеткен жарамсыздықты қалай жөндеуге болады?

МОНТАЖДАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫН ОРЫНДАУ КЕЗІНДЕ ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН ҚОСЫЛЫСТАР МОНИТОРИНГІ

8.1. ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ АҚАУЛАРЫ ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТУЫНДАУ СЕБЕБІ

Дәнекерлеу сапасын бақылау монтаждаудың операциялық бақылау құрамына кіреді, технологиялық картаға енгізілген жіне өндірістік үдерістік бір бөлігі болып табылады. Барлық дәнекерлеу қосылыстарының ақаулары үш топқа ажыратылады:

1. *Беттік ақаулар*. Оларға беттік тотығу, теттік шұрықтар, тілімдер, дәнекерленбеу, қосылып дәнекерленбеу, жалпы және жергілікті эрозия жатады.

2. *Ішкі ақаулар (жасырын)*. Оларға жасырын дәнекерленбеу, қосылып дәнекерленбеу, жарылу, ішкі шұрықтар, жарғақтар, шлак, флюс, метал және метал емес қосындылар, қалдық кернеу және дәнекерленген тігістердің құрылымының бұзылуы жатады.

3. *Өтпелі ақаулар* – дәнекердің барлық ынан өтетін ақау. Оларға өтпелі дәнекерленбеі және қосылып дәнекерленеу, ағып кету мен жарылуға алып келетін сыртқы және ішкі ақаулардың қосылуы жатады.

Ерекше технологиялық ақаулар да болады, олаыр дәнекерлеу әдісіне байланысты болады:

- қуыстар мен жарғақтарды туындауы дәнекерлеу барысында капиллярлық саңылауларды толтыру ерекшеліктеріне негізделген;
- дәнекердің сууы кезінде туындалатын, шлак және флюс қосындылары сұйық күйден қатты күйге өту кезінде және отыру құбылыстарында металдарда газдардың нашар еруінен туындалады;

- жарылу, металл тігісінде, дәнекерлеу аймағында немесе дәнекерленген металда дәнекерлеу температурасы қадағаланбағанда туындалады;
- дәнекерленетін металдың бөліне шегінде «толық дәнекерленбеген жердің» түзілу себебі дәнекерлеу қосындысын дұрыс құрастырмаудан туындалады («саңылаусыз», шығуы жоқ қуыстар болуы), газ шығуын сұйық дәнекерлеуді бұғаттау (пеште балқыту кезінде тән) біртекті емес қызу немес біртекті емес саңылау кезінде болады, жергілікті сұйық дәнекердің метал бетіне жабыспауы (толқындап дәнекерлеу кезіне тән);
- егер дәнекерленген қосылыс қалыңдығында газдың бұғатталған қалдықтары қалып, бос қуыстар түзсе, онда себебін дәнекерлеудің саңылауға кұйылу кезінде қозғалыстың біртексіздігіне негізделген. Оның салдарынан фронт жылдам және ақырын қозғалатын учаскелерге ұнтақталады, оның нәтижесінде кейбір газ көлемі қиылады. Осы себептермен флюсті және шлакты тігіске қамтуы жүреді.
- таралған шұрықтылықтың түзілуі отыру диффузиясының туындау салдары болып табылады. Бұл құбылыс нормадан асатын кристалдану интервалымен құйманың қатуы жағдайы үшін тән. Аз саңылауда отыратын қуыстар әдетте тігістің орталық бөлігіндетізбек түрінде созылады;
- дәнекерленген тігістерде қуыстардың түзілу себебі сфероидизация әсері, яғни метал кристалдарының жоғары температура әсерінен түйіршіктерге айналуы болуы мүмкін. Бұл жағдайда тігіс аймағындағы шұрықтылық дәнекер мен дәнекерленетін металды өзара диффузиясы барысында туындалады. Бұндай әсер дәнекер-дәнекерленетін металл жүйесінде орын алады, себебі олардың диффузия коэффициенті әртүрлі;
- дәнекерленген тігістің жарылуы суыту барысында кернеу мен металл деформациясы әсерінен туындау мүмкін. Суық және ыстық жарылу болып ажыратылады. Суық жарылу 200 °C дейін температурада түзіледі және көбіне дәнекерлені аймағында морт интерметаллидер (балқу нәтижесінде бірнеше металдардың химиялық қосылуы) қабаты түзілу кезінде туындалады. «Ыстық» жарылу 200 °C жоғары температурада түзіледі және егер қату барысында суыту жылдамдығы жоғары және туындалатын кернеу көп болғанда, ал металл тігісінің деформациялану қабілеті аз болғанда кристалдану текті болады, ол кезде кристалданған жарылу пайда болады;
- дәнекерленетін металдаға жарылу сұйық дәнекердің дәнекерленетін металға әсерінен (адсорбция) туындалады да, беріктілік азаяды;

- флюс немесе шлак типті метал емес қосындылар плата бетін дәнекерлеуге мұқият дайындамағанда немесе оның тәртібі бұзылғанда түзіледі. Өте қатты қыздырғанда флюс дәнекерленетін материалмен реакцияға түседі де, қатты қалдықтар түзіледі, олар дәнекермен саңылаудан ығыстырылады. Шлак қосындылары сонымен қатар дәнекер мен флюсттің ауа оттегісі қатысында әрекеттесуі салдарынан туындау мүмкін.

Яғни, дәнекерлеу қосылысын тұйықталған қуыстарсыз дұрыс құрастыру, дәнекерленетін түйіндердің біртекті саңылауын қамтамасыз ету, дәнекерлеуге элементтерді дәл орнату, дәнекер мен флюстар мөлшерін дұрыс мөлшерлеу, біртекті қыздыру және суыту – ақаусыз дәнекерлеу қосылысы үшін қажетті шарт.

8.2. ЖАРАМСЫЗДЫҚТЫ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ДӘНЕКЕРЛЕНЕН ҚОСЫЛЫСТАРДЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

Жиі кездесетін дәнекерлеу ақаулары мен жарамсыздықтарлы алдын алу шаралары мен оларды жою тәсілдері 8.1-кестеде келтірілген.

8.1-кесте. Дәнекерленген қосылыстардың ақаулары мен жарамсыздық түрлері, олардың туындау себептері және алдын алу шаралары

Ақау түрі	Туындау себебі	Алдын алу шарасы
Дәнекер дәнекерленетін беттерді жабыстырмайды	Дәнекерлеу үшін өнімді жеткіліксіз қыздыру	Дәнекерлеу температурасын арттыру
	Дәнекерлеу жерінде тотық үлдірі немесе басқа ластанудың болуы	Тазартқыштар құрамын және өңдеу тәртібін тексеру
	Жеткіліксіз флюстау	Белсендірек флюс қолдану
	Дәнекер мен флюс температураларының үлкен айырмашылығы	Дәнекер мен флюсті дәнекерлеу технологиясы талаптарына сай таңдау

Ақау түрі	Туындау себебі	Алдын алу шарасы
Дәнекер дәнекерленетін беттерді жабыстырмайды	Дәнекерленетін беттердің оңтайлы бұдырлығы қамтамасыз етілмеген	Қалайылауға дайындау кезінде бет бұдырлығына қол жеткізу (механикалық, химиялық немесе басқа әдіс)
	Дәнекер дәнекерленетін материалмен әрекеттеспейді	Дәнекер құрамын таңдау; дәнекерлеу температурасын арттыру
Дәнекер жақсы жабысса да метал арасындағы саңылауға ақпайды	Саңылау ұлғайтылған немесе азайтылған	Оңтайлы саңылауды таңдау және оны дәнекерлеу барысында ұамтамасыз ету (струбцинамен, пинцетпен)
Галтель түзілмейді (суыған соң дәнекер пішіні иілген)	Дәнекерде дәнекерленетін металдың үлкен ерігіштігі	Дәнекерлеу температурасын көтеру, дәнекер мөлшерін көбейту
	Қыздыру тәртібі таңдалмаған	Оңтайлы температураға дейін барлық өнімді біртекті қыздыруды қамтамасыз ету
	Дәнекерленетін бетті тазалау сапасы төмен	Дәнекерлеу алдында бетті мұқият тазалау, белсенді флюстар мен газ ортасын пайдалану
	Дәнекерленген тігіс айағында тұйық қуыстан толқынмен дәнекерлеу кезінде газ үшін шығуы жоқ	Технологиялық саңылау құру
Тігіс шұрықтылығы	Балқыту пештерінде «ағып кету» салдарынан дәнекердің жеткіліксіз болуы	Дәнекерлеу пастасын таңдау
	Жоғары қыздыру температурасы немесе аса ұзақ қыздыру	Дәнекерлеу ұзақтығын азайту немесе температурасын төмендету

8.1-кестенің жалғасы

Ақау түрі	Туындау себебі	Алдын алу шарасы
Тігіс шұрықтылығы	Балқыту тәртібінде дәнекер мен флюс құрам бөліктерінің булануы	Қыздыру ұзақтығын қысқартатын қыздыру әдісін қолдану
	Флюстің жеткіліксіздігі немесе бақыланатын газ ортасының дәнекерлеу аймағындағы әсері	Вакуумда дәнекерлеуді қолдану; инертті газ құрамын таңдау
	Дәнекерлеу аймағына баспа платаларының диэлектрлік материалдарынан газ енуі	Дәнекерлеу алдында дегаздау үшін баспа платасын қыздырып алу
Баспа платасы бетіндегі тұнба	Флюс құрамына байланысты ақ тұнба түзілу	Флюс таңдау
	Флюсті дұрыс таңдамау немесе флюс қалдықтарын толық жоймаудан қара тұнба түзілу	Дәнекерлеуден кейін бірден канифольді флюс қалдықтарын жою
Дәнекерленген тігісте жарылу	Дәнекерлеуден кейін тез суыту	Суыту жылдамдығын азайту
	Дәнекерленетін мал мен дәнекердің сызықтың кенеюдің температуралық коэффициенттері (СКТК) айырмашылығы үлкен	СКТК жақын материалдарды таңдау
	Кристалдану интервалы үлкен дәнекермен дәнекерлеу	Кристалдану кезеңін шектейтін композиттік материалдарды қолдану
	Дәнекерді және температуралық тәртіпті дұрыс таңдамаудан морт өтпелі фазаның түзілуі	Қажетті дәнекерді таңдау, дәнекерлеу тәртібін өзгерту

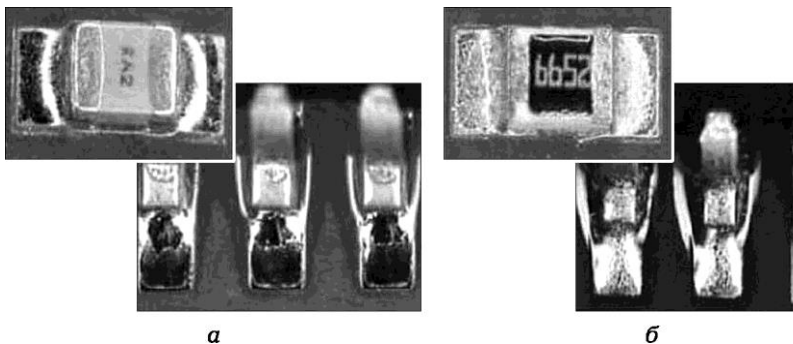
Ақау түрі	Туындау себебі	Алдын алу шарасы
Дәнекерленген қосылыс аймағындағы жарылу	Дәнекердің негізгі металға қарқынды диффузиялануы	Дәнеерлеу температурасын азайту Қыздыру уақытын азайту
	Дәнекерленетін материалдың СКТК үлкен айырмашылығы	СКТК бойынша жақын материалдарды таңдау. Концентрленген қыздыру көздерін қолдану (инфракызыл, лазерлік)
Дәнекерленген қосылыстың ығысуы және қисаюы	Дәнекерлеу алдында өнімдерді нашар бекіту	Дәнекерлеу барысында өнімдерді сенімді бекітетін жабдықтарды және құралдарды пайдалану
Дәнекерлеуден кейін өнім бетінің сапасыз күйі (платадағы үзілу және күйу, плата бетінің физикалық бұзылуы)	Балқыту кезінде газдарды дұрыс таңдамау	Дәнекерлеу камерасына қорғағыш орта беретін құбырлар қосылыстарының тұмшалануын қамтамасыз ету
		Дәнекерлеу камерасына қорғағыш орта беретін жүйеде артық қысым құру
	Селективті дәнекерлеуде дәнекерлегіш ұшының дұрыс температурасын таңдамау	Дәнекерлегіш температурасын таңдау
	Өнім бетінде көміртегі болуы	Дәнекерленетін өнімдерде майлау материалының толық жойылуын тексеру. Белсендірілген флюсті қолдануды шектеу
Дәнекердің ағуы	Жаппай өндірісте балқыту пештерінде дәнекерлеудің температуралық тәртібін қадағаламау	Пеште дәнекерлеу температурасын арттыру, Конвейерлік дәнекерлеуде конвейер қозғалысы жылдамдығын азайту

Ақау түрі	Туындау себебі	Алдын алу шарасы
Дәнекердің ағуы	Толқындық дәнекерлеу кезінде дәнекерленетін жерлердің жақын орналасуына байланысты баспа платасында жалғастырғыштардың болуы	Жалғастырғыштады ыстық ауа ағынымен жою («ыстық пышақ»), газ «пышағының» жылдамдығы мен температурасын таңдау
	Дәнекерлеудің төмен температурасы, жеткілікті уақыт тұрғызбау	Балқыту температурасын арттыру, баспа платасының дәнеермен түйісу уақытын ұзарту
Дәнекерленген тігіс беті бұдырлы	Жоғары температура немесе аса ұзақ қыздыру	Температураны азайту немесе қыздыру кезеңін азайту
Дәнекерленген тігісте флюс қосындыары	Дәнекердің балку температурасы флюстің балку температурасынан төмен	Флюстің балку температурасын азайту үшін дәнекер-флюс жұбын дұрыс таңдау
	Флюстің меншікті салмағы дәнекердің меншікті салмағынан көп	Флюс құрамын таңдау
Дәнекерленген тігісте шлак қосындыары	Дәнекерлеу алдында қосылатын өнім бетін сапасыз дайындау	Дәнекерлеу алдында бетті мұқият дайындау
	Дәнекерлеу барысында қыздыру ұзақтығы артық	Дәнекерлеутәртібін түзету
Қосылу аймағында дәнекерленетін материалдың жергілікті эрозиясы	Дәнекер балқымасында дәнекерленетін материалдың артық ерігіштігі	Эрозия тудырмайтын дәнекер қолдану, енгізілетін дәнекер мөлшерін азайту
Дәнекерленген өнімнің деформациясы және кыртыстануы	Дәнекерленетін өнімді жеткіліксіз қыздыру және суыту	Өнімнің біртекті қызуы мен сууын қамтамасыз ету. Жинақтау, дәнекерлеу және суыту кезінде өнім күйін бекітетін жабдық қолдану

Қорғасынсыз дәнекермен дәнекерлеу экологиялық атмосфераны жақсартатыны белгілі, зиянды тастандылар мөлшерін азайтады, осымен қорғасынды басқа металдармен (күміс, мыс) алмастыру түсіндіріледі. Бірақ бұл алмастыру ақаулардың көп санына алып келеді, олар қалайы-қорғасын дәнекерге қарағанда қорғасынсыз дәнекердің беттік кернеуі жоғары, сонымен қатартөмен жабысу қабілетті мен аз аққыштығымен түсіндіріледі. Аз өлшемді SMD-құрам бөліктерді қорғасынсыз дәнекерлермен дәнекерлеу кезінде плата үстінен құрам бөліктің бір өткізгіштің көтерілуі («өркештену» әсері) болады, себебі қыздыру кезінде дәнекерлеу көлемі ұлғаяды, бірақ максимум ағуы үшін температура жеткіліксіз. SAC305 (96,5 % қалайы, 3 % күміс және 0,5 % мыс, балқу температурасы 217 — 220 °C) дәнекері «өркештенуді» түзілудің аз ықтималдылығын қамтамасыз етеді. Балқытудың бастапқы фазасында бұл дәнекер құрам бөліктерді платаға жабыстырғандау ұстап тұрады, оның нәтижесінде «өркештену» азаяды. Төмен жабысқақтық та дәнекерлеу алдында құрам бөліктерді дәлірек позициялауд қажеттілігіне алып келеді, себебі қорғасынды дәнекерге қарағанда тегістеуші әсер аз айқындалған.

Қорғасынсыз дәнекерлердің тұтынушылық қасиеттерін арттыру мақсатында активаторларды енгізеді, олар басқа ерекше ақаулардың себебі болады – жергілікті қуыстар мен қосындылардың көп мөлшерінің пайда болуы, ол үлкен температура ауытқуында, дірілде және майысуда дәнекерленген қосылыстың сенімділігін азайтады, қосылыстардың жылу – және электр өткізгіштігін азайтады. Қуыстар санына дәнекерленген қосылыстың түрі де әсер етеді. Егер құрам бөліктердің өлшемі мен пішіні газ көпіршіктерінің шығуына бөгет болса, қуыстар саны ұлғаяды (егер қуыстардың қосынды көлемі 25 % қосылыс көлемінен аспаса, олар сенімділікке аз әсер етеді). Қуыстар санын азайту үшін ең алдымен құрамында канифоль мен активаторлар жоқ, жоғары температура әсерінде ыдыратын дәнекерлеуші қорғасынсыз пастаны алады. Олар сонымен қатар механикалық жүктеме кезінде амортизатор рөлін атқаруы мүмкін.

Шұрықтылық – қорғасынсыз технологиялардың кең тараған ақауының бірі. Оның себебі флюстар мен активаторлардың температуралық ыдырауынан бөлінетін газ тәрізді құрам бөліктердің көпіршіктердің болуына байланысты. Дәнекерден газ көпіршіктерін жоюға дәнекерлеу профилін оңтайландыру ықпал етеді, ол дәнекерленген қосылыстың дәнекердің балқу температурасынан жоғары температурада қыздыру және дәнекерлеу аймағында болу ұзақтығын ұлғайтуға негізделген.



8.1-сурет. Дәнекерлеп қосылған галтель түрі:
а — қорғасынды технология; *б* — қорғасынсыз технология

Шұрықтылыққа ылғалдың болуы дене плата мен құрам бөліктердің ластануы әсер етеді. Тәжірибеде майда шұрықтардың болуы рұқсат етіледі, олар егер дәнекерлеу тігісін өзгертсе – ауыспалы кедергі жәнеоның температурадан тәуелділігі өзгерсе, ақау болып саналады. 8.1, а – суретте қорғасынмен, 8.1,б-суретте қорғасынсыз дәнекерлеу қосылысының сыртқы түрі келтірілген.

Қорғасынсыз қосылыстардың беті қорғасынды қосылысқа қарағанда күңгірттек, ал галтель (8.1,б-сурет) басқа пішінді, бірақ бұл дәнекерлеу ақауы болып саналмайды. Қорғасынсыз технологияда балқыту арқылы дәнекерлеуде дәнекерленген қосылыстардың сыртқы түрі сапасының жақсаруына газ ортасын дұрыс таңдау әсер етеді. Ауа ортасында дәнекерлеу кезінде дәнекерленген қосылыстар интерметалл қосылыстар ме тотығу түзілу салдарынан майда сызаттар торымен қошқыл түрлі болады. Инертті азот ортасын қолданған кезде дәнекерленетін бетте дәнекер қанағаттандыруарлық таралатын жылтыр қосылыс түзіледі. Бұл әсерге температура әсерін ұзақтығын азайту арқылы қол жеткізіледі,интерметалл қосылыстардың өсуін тежейтін дәнекердің балқу температурасынан жоғары болады.

8.3. ДӘНЕКЕР ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ САПАСЫН БАҚЫЛАУ ТӘСІЛДЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ

Дәнекерлеу ақауларын айқындау үшін бұзатын және бұзбайтын бақылау әдістері қолданылады.

Бұзатын бақылау әдістері (дәнекерленген элементтерге физикалық әсер ету) температураны, дәнекерлеу ұзақтығын жәғн дәнекерленген қосылыстардың сыртқы түрін таңдау кезінде сынама дәнекерлеп көрген соң қолданады. Олар «дәнекерленбеудің», қалдық кернеуді, жалпы және жергілікті эрозияны, дәнекерленген қосылыстың құрылымы ақауларын тексеру үшін тиімді. Барлық жағдайда сырттай білінетін және өлшеу құралдарымен тестілене алмайтын ақаулар механикалық әсер ету кезінде дәнекерленген қосылыс беріктілігі түрінде көрінеді.

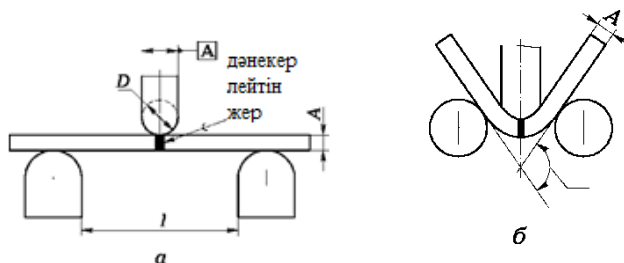
Бұзатын әдістермен дәнекерленген қосылыстарды соққығы, созылуға және майысуға сынақ жүргізеді. Майысуға сынау кезінде дәнекерленген құрам бөліктері бар платаны төрт тірекке орнатады да, құрылым орталығынан минималды потенциалдық энергиясы 5 Дж болаты кішкене шармен (копор) құрам бөліктер бөліне бастағанша басады. Иілу өлшемін тірек ұетіне қатысты өлшейді және майысуды анықтайды.

Жүктемемен және бірінші жарылу пайда болған сәтінде майысу бұрышымен сипатталатын, дәнекерленген қосылыстың шектік иілімдік деформациясын анықтау кезінде майысудағы беріктілік шегін $\sigma_{\text{изг}}$ мына формуламен есептейді:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{3Pl}{2ba} \quad (8.1)$$

мұндағы P — бірінші жарылу туындаған кездегі жүктеме, кг; l — тіректер арасындағы қашықтық, мм; b — үлгі ені, мм; a — үлгі қалыңдығы, мм.

Бұзбайтын бақылау әдістері дәнекерленген қосылыстардың ағуы, жарылуы, қисаюы және басқа ақауларда қолданылады, 8.1-кестеде олады жіктеу келтірілген.



8.2-сурет. Дәнекерленген қосылыстың беріктілігі тексеру үшін орнату (а) және майысу бұрышын есептеу (б)

Беттік ақаулар үшін техникалық көзбен шолу қолданылады, бұнда енгізілетін заттар –пенетранттар қолданылады, ол люминесцентті (жанатын) эмульсия болып табылады, көзбен шолып немесе дефектоскоппен бақыланады. Пенетранттар құрамына керосин, бензин, уайт-спиритпен ерітілген бояғыштар, люминесцентейтін заттар мен ингибиторлар кіреді. Пенетранттар дәнекерлеу ақауларына 1 мкм дейін еніне ене алады. Дәнекерлеудің сыртқы түрін жай көзбен және лупаны қолданып геометриялық өлшеумен және пенетранттарды қолданумен қатар тексеру бетінің сапасын, саңылаудың дәнекермен толтырылуын және басқа сыртқы ақауларды тексеруге мүмкіндік береді.

Капиллярлық әдістер дәнекерлеенген жерлерге индикаторлық пенетранттардың енуіне негізделген, олар ультракүлгін сәулемен әсер ету кезінде түс реңі өзгереді немесе люминесценттенеді. Бұл әдіс жарылуды, толық дәнекерленбеуді және басқа ақауларды анықтау үшін қолданылады. Пенетрантты дәнекер бетіне жағады, содан соң алып тастайды (майлықпен сүрту, сумен жуу немесе арнайы құраммен өңдеу). Ақауды қарайту үшін қажетті уақыт тұрғызған соң, бетіне майда дисперсті ұнтақ немесе арнайы бояу жағады, олар ақаулы жерде қалған пенетрантты «айқындайды». Ақаулы жердегі түзілген жарқылдайтын ізді жай көзбен көруге болады.

Люминесценттік бақылау әдісі оультракүлгін жарықта люминесценттенетін заттары енгізу нәтижесінде жоғары контрасттылықпен ерекшеленеді. Индикаторлық пенетрант ретінде люминесценцияны арттыратын минералды май қосылған керосин пайдаланылады. Люминесценттік-түстік әдістің бір түрі люминофорлар – ультракүлгін сәулемен әсер еткенде қызыл сары-қызыл спектр аймағында жарқылдайтын және спектрдің қызыл аймағында күндізгі жарықты таңдап шағылыстыратын бояғыштарды қолдануға негізделген. Айқындағыш ретінде «Экстра» ақ нитрозмаль, коллодий және ацетон негіздегі лак қолданылады. Ақаулар сонымен қатар айқындағыштан және пенетранттан күндізгі жарықты әртүрлі шағылыстыру салдарынан айқындалуы мүмкін. Бұл жағдайда пенетранттар құрамына майда еритін қою қызыл анилин бояғыш кіреді. Айқындағыш ретінде керосин-скипидар ерітіндісін қолданып бақылау тәртібі келесідей: сіңіру уақыты 8-15 мин; айқындау уақыты 3-30 мин. Сода ерітіндісімен сүртіп тазалайды.

Ішкі ақауларды айқындау үшін радиациялық, жылулық және акустикалық бақылау қолданылады.

Радиациялық дефектоскопия әдістерін қолдану саласы МЕСТ 20426-75 келтірілген. Оларды жауапты дәнекерленген қосылыстардағы ішкі ақауларды, тігістегі немесе дәнекерленген металдағы жарылуды, жергілікті жерде дәнекердің болмауын, қуыстар немесе бөгде қосындылар болуын анықтау үшін қолданылады.

Радиографиялық әдіс рентгендік сәулеленуді қолданады, ең тиімді әдіс болып табылады және ақауды анықтап қана қоймай, сонымен қатар оның құрылымы мен өлшемін бақылауға мүмкіндік береді. Оның кемшіліктері: персоналды күрделі қорғаныс құралдарын талап етеді және нысанды сәулелендіну мен рентген үлдірінде бейнені талдау үшін қосымша уақыт қажет. Шынайы уақытта бір мезгілде сәулелендіріп, бақыланатын жердің бейнесін бақылауға мүмкіндік беретін радиоскоптық әдіс тиімдірек болып саналады.

Жылулық әдіс желіге қосылған дайын құрылғыда дәнекерленген қосылыстардың сапасын зерттеу кезінде тиімді. Бұл кенет тоқтап қалу түрінде туындалатын ақауларды жоюға мүмкіндік береді. Ақауларды тіркеу элементтердің және дәнекерленген жердің электр тогымен қыздырылатын жылулық өрістің өзгеруін тіркейтін арнайы температуралық датчиктер көмегімен жүзеге асырылады. Әдістің сезімталдығы жоғары (шамамен 1°C). Автоматтандырылған қондырғылар амплитудалық профильдер стенограммасын қағазға ізін басып беру түрінде жылулық өріс туралы ақпарат алуға және жылулық профильдерді электрондық-сәулелі түтік (ЭСТ) экранында бақылауға мүмкіндік береді. Дәнекерленген қосылыстардың сапасын жылулық профильдің эталондық ізімен салыстыру арқылы бағалайды.

Акустикалық бақылау металдың ішкі біртексіздіктері бетінен шағылысатын ультрадыбыстық тербеліктерді қолданады. Бұл әдіспен 3-5 мм дейін тереңдікте болатын жарылуды, қуыстарды, жарғақтарды, шлак қосындыларды, тігісте дәнекер болмауын анықтайды. Бұл бақылау түрінің түрі *акустико-топографиялық әдіс* болып табылады, онда дәнекерленген қосылыстардың ақаулары екі және үш қабатты құрылымдарда айқындалады. Ол бақыланатын нысанда тербеліс амплитудасы өзгеруі бойынша ақаулар жиілігі мен тіркеу өзгертін серпімді қуатты тербелістерлі қоздыруға негізделген. Ультрадыбыстық тербелістерді алу үшін пьезоэлектрлік, магнитострикциялық, электромагнитті-акустикалық (ЭМА) және басқа түрлендіргіштер қолданылады. Пьезокерамикалық материалдардан немесе кварц кристалдары негізінде жасалған пьезоэлектрдің түрлендіргіштер кең тараған.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай ақау түрлері дәнекерленген қосылыстардың ішкі және өтпелі ақауларына жатады?
2. Дәнекерленген тігісте флюс және шлак қосындылардың пайда болу себебі неде?
3. Дәнекерленген жердің артық шұрықтылығын қандай әдіспен жоюға болады?
4. Қорғасынсыз дәнекерлеуді қолдану артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?
5. Дәнекерленген қосылыстардың ішкі ақауларын айқындау үшін қандай бақылау әдістері қолданылады?

ҚҰРАСТЫРУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ САПАСЫН БАҚЫЛАУ

9.1. ҚҰРАСТЫРУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫН БАҚЫЛАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ

Құрастыру операциялары бұйымның тұтынушылық сапасын, беріктігі мен ұзаққа шыдауын анықтайтын электрондық техника өнімдері өндірісінің қорытынды сатысы болып табылады. Модульдік құрастырымдардың, түрлі өндірушілердің дайын тораптарының бәсекелес ұсыныстарының дамуына, әлем бойынша электрондық өнеркәсіп кооперацияларының көптігіне байланысты бұл операцияларды жеке өндірістік істің бір түрі ретінде қарастыруымызға болады. Ерекше құрастыру операцияларына жататындар:

- корпусның элементтерін орнату және бекіту;
- радиолокациялық әсерлер мен бөгеттерден қорғау құралдарын орнату;
- тиімді жылу шығаруды жүзеге асыру;
- Бақылаудың формасын анықтайтын механикалық орын алмастырулардың икемділігі мен дәлдігін қамтамасыз ету. Құрастыру сапасы көбінесе операцияны орындаушы қызметкердің біліктілігіне және құрастыру өндірісінің мәдениетіне байланысты болады.

Құрастыру операциялары бақылаушы және бақылаушы-өлшеуші құралдарды қолдану әдістері бойынша келесі топтарға бөлінеді:

■ *жалпы қолданыстағы электронды бұйымдарды құрастыру* (тұрмыстық электроника), олардың қолданысында басты талаптарға олардың барлық жұмыс мерзімінде қызмет етуі, тұтынушылық қасиеттерін сақтауы жатады;

■ *арнайы электронды бұйымдарды құрастыру* (өнеркәсіптік электроника), оларға қойылатын талап – жоғары өнімділік, ұзартылған қызмет мерзімі, шыдамдылығы және қарапайым қолданыс жағдайларында беріктігі;

■ *жоғарысапалы электронды бұйымдарды құрастыру* (арнайы техника), ол үшін үздіксіз жұмысы ерекше маңызды болып табылады. Осы жабдықты қарапайым түрі әртүрлі жағдайларда, соның ішінде, экстремалды жұмыс жағдайларында қолдануға жол берілмейді. Бұл құрылғылар тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерінде пайдаланылады және онда ұзақ уақыт бойы үзіліссіз жұмыс қажет орындарда қолданылмайды.

Құрастыру операцияларында, әдетте, қорытынды және аралық нәтижелердің сапасын тексеру үшін төрт әдіс пайдаланылады, атап айтқанда:

■ *үлгі бойынша тексеру*. Үлгі – құрастырылған өнім немесе оның бөлшектері салыстырылатын талаптарды қанағаттандыратын мінсіз құрылғы. Тексерудің бұл түрі көбінесе өнеркәсіптік электрониканы өндіруде қолданылады;

■ *қабылдауда тексеру*. Бақылау операцияларының бұл бөлігі дайын өнімді тұтыну сапасына, параметрлері мен сипаттамаларына сәйкес тексеруді қамтиды, оған сәйкес құрастырылған құрылғының жұмысы кезінде тұтастығы мен сенімділігі етіледі. Жалпы мақсаттағы бұйымдарға тән;

■ *ақауларын тексеру*. Бұл бақылау операциялары өнімнің кез келген сатысында, бастапқы тексеруден бастап өнімнің соңғы сынағына дейін орындалады. Бұйым немесе оның жеке құрамдас бөлшектері, тапсырыс беруші жабдықтың жобалау және функционалдық сипаттамалары мен техникалық сипаттамаларына негізделген стандарттар мен техникалық шарттар талаптарына сәйкес келмейтін өнім ақауы бар өнім ретінде анықталады. Құрастыру операцияларының барлық топтары үшін пайдаланылады және арнайы жабдықтар үшін міндетті тәртіпте орындалады;

■ *процестің көрсеткіштерін тексеру*. Бұ дегеніміз – қолданылатын материалдар мен дайын өнімдердің (жартылай фабрикаттардың) сапасы, құрастыруға баға беруден бастап РЭА монтаж жасаушысының құрастыру операцияларын орындау әрекеттеріне баға беруге дейінгі құрастырудың технологиялық процестерінің құрамдастарын бағалау. Ол барлық өнім топтары үшін орындалады, ол мерзімді түрде кәсіпорынның арнайы қызметтері арқылы, атап айтқанда, ТББ мен тапсырыс берушінің өкілдері арқылы жүзеге асырылады. Осындай тексерудің нәтижесінде

жарамсыздықтың туындау себептерін түсіндірмес бұрын құрастыру операциялары толық немесе ішінара тоқтатылуы мүмкін.

Құрастыру операцияларынан кейінгі бақылаудың маңыздылығы дайын өнімнің сенімділігі, беріктігі және тиімділігіне байланысты болуымен анықталады. Құрастыру операцияларынан кейін өнімді шығару туралы шешім қабылданады және олар топтар бойынша жіктеледі. Сынау тестілеулерінен кейін өндірістің соңғы сатысында ақауарды анықтау, әдетте, құрылым мен технологиялық процестің өзгерісіне алып келеді. Оған қатысты шешімдерді тәжірибелі білікті жұмысшылар қабылдай алады.

Құрастыру операцияларының бақылау әрекеттері ретінде төмендегілер қолданыла алады.

1. Элементтердің өзара орналасуын, олардың сыртқы көріністерін, бекітуші күйін, сымдар мен кабельдердің тұтастығын, модульдер мен жинақтарды, корпусың сыртқы көрінісін көзбен бақылау.

2. Өнімнің қолданушылық сипаттамаларын нақты анықтау үшін өлшеу құралдарын пайдалана отырып, электрлік сынақты жүргізу.

3. Сыни жұмыс жағдайында параметрлердің сенімділігіне, беріктігіне және тұрақтылығына электрлік және механикалық параметрлерді тексергеннен кейін қайталанған бақылауды жүргізу (көзбен және электрлік).

Құрастырма бақылаудың нәтижесінде өнімді алда қолдану туралы шешім қабылданады немесе қайта қалпына келтіретін жөндеу жұмыстарын немесе өзге де қосымша реттеулерді жүргізу үшін негіз болады.

Көзбен бақылау түзеуге болатын механикалық бұзылуларды бағалайды. Мысалы, элементтердің корпусқа немесе тақтаға сапасыз бекітілуі жетекші және жетектегі тістегеріштердің механикалық орын алмастыруларына, пайдалану және тасымалдау кезіндегі құрылымның физикалық зақымдалуына әкеліп соғады. Радиоэлектрондық құрылғыларды құрастыру кезінде иір ойық бекіткіштер (бұрандамалар, бұрама шегелер, сомындар), төсемелер, қамыттар, монтаждық тіреулер, желімдер, тойтармалар және т.б. қолданылады. Сонымен қатар, иір ойық бекіткіштер электрлік қосылыстарды орнату үшін де қолданылады (жалғағыштардағы, шиналардағы бұранды қосылыстар), ал серіппелі бекіткіштер жылу шығару үшін және электрлік байланысты қамтамасыз ету үшін қолданылады. Тексеру процедурасы компоненттердің тұтастығын

тексереді. Бекіткіш бөлшектер қуат көзіне қосылған өткізгіштермен электрқозғалтқышты азайтпауы керек. Стандарт бойынша біріктіргіш бөлшектердің ұзындығы 3 мм-ден аспауы тиіс. Сымдарды бұрамамен бекітіп жатқанда, сымдарды орау бағытымен бұрап, бекітушіге кем дегенде 270° бұрышпен жабуы қажет.

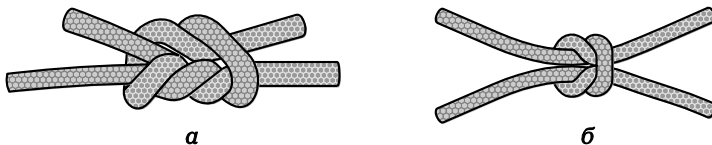
Құрастыру кезінде орнату элементтерінің сенімділігі мен жұмысқа қабілеттілігіне назар аударылады: ажыратқыштар, байланыс топтары, механикалық бекіту орнында сызаттардың болуын тексеру. Жарықтардың ұзындығы бекітпе тесіктерінен бастап тақтаның шетіне дейінгі қашықтықтың 50%-нан аспауы тиіс. Егер дәнекерлеу орындарында жарықтар пайда болса, олар қайта дәнекерленеді, диэлектрлерді қайта қалпына келтіру кезінде желімдер қолданылады. Істіктерді қолдану кезінде істіктердің биіктігі, олардың бүгілуі мен бұралуы бақыланады. Егер істіктің биіктігі шамадан тыс артық болса, қорғаныс қабатының астындағы металл ашық тұрған болса және бұралып, қисайып тұрған болса, онда істік зақымдалған болып есептеледі. Егер істік тақтаға дәнекерлеу арқылы бекітілсе (80% жағдайлар), онда дәнекер істіктің 360° -ын алып жатуы керек, бұл кезде ойықтың формасына (суығыннан кейінгі дәнекердің формасына) ешбір талаптар қойылмайды. Істіктердің көмегімен бекіту қосымша модульдер мен негізгі тақтаның электрлік байланысын қамтамасыз етеді.

Ұялы және істікті бөлшектердің сапасын көзбен бақылауға жарықтар, ақаулар, түйісудің дұрыстығы, бұралуы және бұрышы, күйген жерлері, балкуы, тақтаға жабысу тығыздығы секілді механикалық зақымдарға баға беруден тұрады. Байланыс ауданының кез-келген қыртыстануы немесе істік бекітілген жарық зақым ретінде қабылданады және қайта қалпына келтіруді қажет етеді.

Құрастыру кезінде үш әдістің көмегімен электрлік байланыстың беріктігі қамтамасыз етіледі:

- токтатқыш тығырықпен. Бұл әдіс қуатты транзисторлар, тиристорлар мен күштік тізбектердің трансформаторларының электрлік байланысын қамтамасыз ету үшін қолданылады;
- бекіткіштермен. Бұл әдіс әлсіз токтарға арналған сызбалар мен қосылыстарды монтаждау кезінде модульдерді өзара байланыстыру үшін қолданылады;
- жеке түйіндер мен блоктардың ішкі модульдік қосылыстарын қамтамасыз ету үшін, сондай-ақ механикалық қозғалмалы түйіндерге қосу үшін сымдар мен бұрауларды қолдану.

Құрастыру операцияларын бақылау кезінде сонымен қатар жылу шығарушы радиаторлардың сапасын да тексереді. Қара түсті металл



9.1-сурет. Өткізгіштер мен ширатпалар үшін тарту түрлері: *a* — хирургиялық түйін; *б* — тік түйін

экрандар ең жақсы жылу шығарады, ал бұрамалар мен бекіткіш бөлшектер көгілдір түсті болуы қажет. Жылу экрандары (радиаторлар) өзге элементтерден 5 мм алыс ара қашықтықта орналасуы тиіс. Егер кеңістік шектеулі болса, онда радиаторлар сызбадағы өзге элементтерден жоғары орнатылады. Электрлік тестілеу үрдісінде жылу шығарудың жеткіліксіз екендігі анықталса, онда сызбаның жеке элементтеріне желімнің негізінде жалпақ ірі болат тақтайшалар орнатылады. Осылайша, мысалы, жалпақ болғандықтан әдеттегі экрандарды қолдана алмайтын құрылымдар үшін микросызбаны қосымша салқындатуды жүзеге асырады. Элементтердің бетінен радиаторға жылу шығаруды жақсарту үшін жылу өткізгіш пастаны жағады. Жұмыс кезінде және жоғары температураларда паста кебеді, өз түсін ақтан сарыға алмастырады және өз қасиеттерін жоғалтады. Осындай құбылыс анықталған жағдайда паста алмастырылуы тиіс. Көзбен бақылау арқылы көре алатын азайтылған жылу шығаруды (бұл кезде элементтердің корпусы қараяды) төтенше шаралардың көмегінсіз-ақ жақсартуға болады. Мысалы, ірі элементтер мен шағын өлшемді SMD-компоненттердің жылу шығаруын жақсарту үшін қосымша радиатор ретінде сол жабдықтың өзінің корпусын қолданып, оны корпусының шинасымен байланыстырады.

Сымдар бекіткіштердің көмегімен бекітіліп, істік қолданылмаған жағдайда сымды орау әдісінің дұрыстығына және оның физикалық жағдайына бақылау жасалады. Сымды бекіткіштің иіп ойық бөлігіне орау керек, ал егер істік бар болаа, онда сымды жай ғана істіктің астына қояды. Құрастырудың бұрауларын қалыптастыру тығыздығына және оларды төсеу сапасына бақылау жасау кезінде бұраулардың қыздырылатын бөліктерге мүмкін тиюіне назар аударылады. Тұтастырғыштағы сымдар бір-біріне тығыз орналастырылуы тиіс, соның ішінде тұтастырғыш изоляцияға тимеуі тиіс. Ол 9.1 суретінде көрсетілгендей хирургиялық немесе түзу түйінмен жасалуы тиіс. Кедір-бүдір бұрау (бантик тәрізді) әлсізденуі мүмкін және сол себепті ақау деп есептеледі. Бұл ақаулар бұраудың немесе сымның орын ауыстыру арқылы, оларды қосымша қамыттармен бекіту арқылы жедел түзетуге болады.

ТЕСТІЛЕУ КЕЗІНДЕ ҚҰРАСТЫРМА БІРЛІКТЕРІН СТАТИКАЛЫҚ ЭЛЕКТРЛЕНУДЕН ҚОРҒАУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ШАРАЛАРЫ

Тестілеу кезінде және дайын өнімді тексеру кезінде статикалық электрленуден және электрлік шамадан тыс қызуынан қорғау, әсіресе ашық корпуста жұмыс істеген кезде, өте маңызды болып табылады. Жабық күйінде кернеулі күйде тұрған элементтер (кілттер, сандық микросхемалар, түрлендіргіштер, жоғары жиілікті және төмен қуатты далалық транзисторлар) статикалық разрядтар пайда болғанда оңай істен шығады. Тезәректіліктің артуымен және элементтердің арасындағы өлшемдердің азаюымен компоненттердің электрлік тесілу сезімталдығы артады, бұл, әсіресе, микропроцессорлық басқару тізбектерінде өте қауіпті.

Бақылау операцияларын жүргізу кезінде қауіпті кернеудің көздері ретінде әрі монтаждық жабдықтар (дәнекерлегіштер, реттегіш ашқыштар және т.б.), әрі жұмыс орны мен жұмыс киімінің материалдары, едендер мен орындықтардың жабындары, бақылаудың өлшегіш жабдықтарының қуыс бұрғылары мен құралдар жатады. 9.1 кестесінде статикалық электрленудің көздері бола алатын материалдар келтірілген.

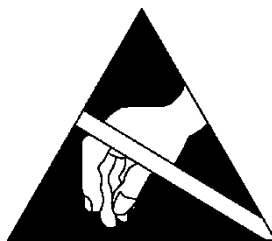
9.1-кесте. Бөлмеде статикалық электр көздері		
Өндірістік бөлмелер элементтері	Статикалық электр көздері	Статикалық кернеу, В, 25 — 65 % салыстырмалы ауа ылғалдылығында бет бетінде туындалатын
Жұмысшы беттер	Балауыздалған, боялған және лакталған беттер, өңделмеген винил және пластик, шыны	3 500
Едендер	Гидроокшауланған бетон, ағаш, еден плитасы, кілем, әсіресе синтетикалық және т.б.	35 000—1 500*

Өндірістік бөлмелер элементтері	Статикалық электр көздері	Статикалық кернеу, В, 25 — 65 % салыстырмалы ауа ылғалдылығында бет бетінде туындалатын
Киім мен персонал	Статикадан қорғалмаған халат, синтетика, статикадан қорғалмаған аяқ киім, шаш және косметика	6 000—100
орындықтар	Ағаш, винил, шыныталшық, ток өткізбейтін бөлшектер, пенопласт	1 800—1 500
Қаптама және қосалқы материалдар	Пластик қап, орағыш таспа, сабын, пенополистирол	20 000—1 200
Жинақтаушы және тестілік құрал	Сығылған ауа, синтетикалық қылқалам, желдеткіш, копир және принтер, оқшауланған шұпта, пластик бұрағыш	7 500 — 2 000

* «Статиканың» төменгі деңгейі бөлмедегі ылғалдылықтың жоғарғы деңгейіне сәйкес келеді.

9.1 кестесінде көрсетілген статикалық электрлену көздері монтаждық және құрастыру операцияларына арналған бөлмелерде қолданылмаулары тиіс. Статикалық кернеу салыстырмалы орын ауыстыру кезінде туындауы мүмкін – байланыс орнату, ажырату және заттарды үйкеу. Статикалық кернеуді жинақтай алатын материалдар (барлық дерлік диэлектриктер және әсіресе пластик пакеттер иен пенопласт контейнерлер) жұмыс орындарында болмауы тиіс. «Статикаға» ерекше сезімтал компоненттер 9.2 суретінде көрсетілген.

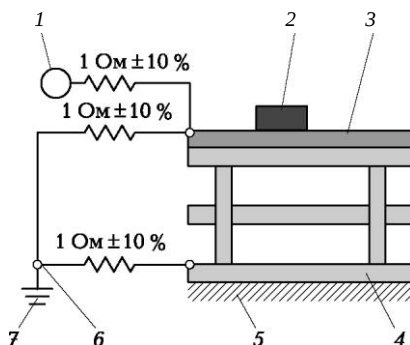
Статикалық кернеумен күресудің тәсілдерінің бірі бұл – реттеу және баптау операцияларын орындау кезінде элементтерді қорғау.



Статикалық кернеуден қорғаудың үш түрлері бар:

- Металфольгаланған материалдан жасалған, статикалық зарядтың жинақталуын алдын алатын қалқалаушы материалды қолдану;
- Төсемдер ретінде антистатикалық материалдарды қолдану, реттеу үшін антистатикалық тұтқалы жабдықтарды пайдалану, өлшегіш және монтаждау аспаптарын жерге тұйықтау;
- Әлеуетті электрленбеген беткі қабаттардан статикалық электрленуді жою үшін жабдықтар мен материалдарды пайдалану.

Статикалық электрленуді бейтарап ететін әмбебап құралға антистатикалық білезіктер және жұмыс орнын дұрыс орналастыру жатады (9.3 сурет).



9.3-сурет. Антистатикалық жұмыс орнын ұйымдастыру

1 — қорғағыш ажырату аппаратына қосу жері; 2 — антистатикалық білезікті қосу жері; 3 — ішкі өткізгіш қабаты бар үстел тақтайы ; 4 — үстелдің метал негізі; 5 — оқшауланған еден; 6 — «жер» шинасына қосу жері; 7 — жерге тұйықтау шинасы

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Жинақтау операциялары сапасын талдау кезінде қандай әдістер қолданылады?
2. Жинақтау операцияларынан кейін бақылау қажеттілігін негіздеңіз.
3. Технологиялық үдерісті өзгерту қажеттілігі туралы ақпаратты қандай бақылау әдісі толық көлемде береді?
4. Өнімдерді статикалық электр әсерінен қорғау үшін қандай шаралар қабылдау керек?
5. Қай жағдайда қадамен жалғай жарамсыз болып саналады?

**РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ
АППАРАТУРАНЫ СЫНАУ,
СЕНІМДІЛІК
ПАРАМЕТРЛЕРІ ЖӘНЕ
ЖАТТЫҚТЫРУ**

IV
БӨЛІМ

10 Тарау. РЭА сенімділігі

11 Тарау. Аппаратураның жөндеуге

жарамдылығы

12 Тарау. Радиоэлектрондық аппаратураны сынау

РЭА СЕНІМДІЛІГІ

10.1. РЭА СЕНІМДІЛІГІ ТУРАЛЫ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР

Электрондық өнімнің басты қасиеттерінің бірі оның жұмысының сенімділігі болып табылады. Ол белсенді жұмыс істеу барысында, пайдалану, техникалық қызмет көрсету, сақтау және тасымалдау ережелерін қадағалап, уақыт бойы пайдалану параметрлері мен сипаттамаларын орнатылған нормалар шегінде сақтап өз қызметін орындау қабілеті болып сипатталады. Өнімнің істен шыққанға дейін ықтимал жұмыс істеу ұзақтығы техникалық құжаттамада орнатылады және *өнім қоры* деп аталады.

Сенімділікпен өнімнің жұмыс қабілеттілігі, ұзақ мерзімділігі, жөндеуге жарамдылығы және тоқтамай жұмыс істеуі жатады.

Жұмыс қабілеттілігі — бұл өнімнің техникалық құжатта орнатылған пайдалану шарттарының өзгеру диапазонында параметрлердің түрлендіретін барлық өз қызметтерін орындау қасиеті.

Ұзақ мерзімділік — техникалық қызмет көрсетуше және жөндеуге үзілістері ескеріліп, РЭА тұтынушылық қасиеттерін толық жоғалтқанша жұмыс қабілеттілігін сақтайтын уақыт мерзімі.

Жөндеуге қабілеттілік — Өнімнің толық көлемде алғашқы тұтынушылық қасиеттерін қалпына келтіріп техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу кезінде ақаулар мен бұзылуды РЭА өнімінің эздеу және жою қабілетін сипаттайтын сапалық көрсеткіш.

Жұмыс қабілеттілігін толықтай немесе ішінара жоғалтуға алып келетін кездейсоқ жағдай *істен шығу* деп аталады. Сәйкесінше, қандай да бір уақыт аралығында жұмыс қабілеттілігін сақтау істен шығусыз жұмыс істеу болып табылады. Істен шығу бір реттік

(жаңылулар) және анық (көрнекі) және жасырын белгілерге ие уақыт бойынша мерзімді қайталанып тұратын болып бөлінеді, мұндағы жасырын белгілерді арнайы құрылғылардың көмегімен анықтайды. Істен шығулар біртіндеп және қауырт (апатты) деп бөлінеді.

Біртіндеп істен шығу бір арада кенеттен туындамайды, ондағы өзгерістер немесе алдын ала болжанбайтын ауытқулар өнімнің параметрлеріне және оның функцияларына әсер етпей, өнімнің толық істен шыққанынша көрінбейді.

Қауырт істен шығу кенеттен, бір реттік және қарғымалы түрде көрініс береді. Қауырт істен шығу әдетте анық белгілі болады (түсінің өзгеруі, радиоэлементтің корпусының ісінуі немесе жануы, изоляцияның балқуы, диэлектриктің қараюы) және оны анықтау да қиынға түспейді, оны жою үшін істен шыққан элементті алмастырады немесе жөндейді. Қауырт істен шығуды анықтау арнайы жабдықты қолдану мен техникалық талдаудың көмегімен жүзеге асырылады. Оны элементтің параметрлерін реттеу (айнымалы резисторлар, конденсаторлар мен катушкалар) немесе өзге элементтердің параметрлерін өзгерту, алмастыру не жөндеу арқылы жағымсыз процестердің орнын толтырудың көмегімен бұл істен шығуды жоюға болады. Осылайша, *тоқтаусыз жұмыс істеу* – бұл өнімнің өзінің жұмыс істеу қабілеттілігін алғашқы жөндеуге, техникалық қызмет көрсетуге немесе істен шығуына дейінгі мерзім аралығында сақтауы. Оны тоқтаусыз жұмыстың ықтималдылығы (P), істен шығулардың қарқындылығы (X) және істен шығуға дейін орташа жұмыс істеу (Горт) арқылы мөлшерлі түрде көрініс бере алады:

- *тоқтаусыз жұмыстың ықтималдылығы (t)* — өнімді пайдалану мерзімінің аяқталмауы ықтималдылығының тәуелділігі. Бұл белгілі бір уақытқа дейінгі тоқтаусыз жұмыстың ықтималдығын көрсетеді. Әрине, қызмет ету мерзімі аяқталғаннан кейін бұл мән 0-ге тең болады.
- *істен шығулардың қарқындылығы X , $1/\text{сағ}$,* — Өнімнің қызмет ету мерзімі ішінде уақыттың бірлігіне (сағатына) істен шығулардың саны.
- *істен шығуға дейін орташа жұмыс істеу ($G_{\text{орт}}$)* — бірінші істен шығу пайда болғанға дейін өнімнің қалыпты жұмысының ұзақтығы

Істен шығудың мүмкін себептері:

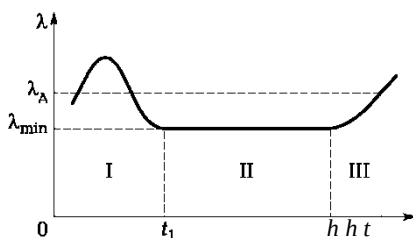
- электр схемасының әр түрлі тораптарының жүктелуіне әкеліп соқтыратын конструкторлық және технологиялық құжаттамадағы жасырын қателіктер және өнім өндірісінде туындаған өндірістік ақаулар.

- радио мен құрылымдық элементтердің қартаюы және тозуы;
- әртүрлі табиғатта кездейсоқ факторлар (сыни жағдайда ұзақ уақыт бойы жұмыс істеу, ішкі температураның жоғарылауы, зарядтардың ауытқуы, статикалық электр қуатын шығару және т.б.).

Жаңылу, кенеттен істен шығу секілді, ішкі және сыртқы факторларға байланысты болады. *Сыртқы* факторларға кернеу, температура, ылғалдылық, механикалық тербелістер мен резонанстардың ауытқуы кіреді. *Ішкі* факторлар элементтердің параметрлеріндегі ауытқуларды, жекелеген құрылғылардың жұмысын синхронизациялауды, ішкі шуды және нысаналауларды қамтиды. Қуат көзінің кернеуін тұрақтандыру, корпусты амортизациялау, белгілі бір температурада ұстау, сыйымдылықты ажырату және қорғау сияқты арнайы шараларды қолдану осы факторлардың әсерін әлсіретуі мүмкін. РЭА-ның істен шығуын «өмірдің» қисық сызығымен салыстыруға болады, мұнда t уақытта орын алған X істен шығулардың қарқындылығының тәуелділігін суреттейді. РЭА үшін идеалданған істен шығу қисығы 10.1-суретте көрсетілген. Бұл қисық үш учаскеге бөлінеді:

- I учаске — өнімнің іске қосылуы. Бұл кездегі істен шыққан ақаулар операциялық бақылау барысында анықталмаған жасырын кемшіліктермен байланысты. Бұл бөлімде істен шығу ықтималдығы (қарқындылығы) өте жоғары. Осы кезеңді қысқарту үшін арнайы әзірленген әдістемелер бойынша өнімді айдау қолданылады, соның ішінде қосу, өшіру, жылыту, салқындату және т.б. циклдары бойынша режимдер пайдаланылады;

- II учаске — пайдалану мерзімі, бұл кезде істен шығу қарқындылығы ең төмен, бірақ кездейсоқ факторлардың әсерінен туындайтын кездейсоқ істен шығулардың ықтималдылығы өте жоғары;



10.1-сурет. Өнім «өмірінің» қисығы

■ III учаске — істен шығу мерзімі; элементтердің тозуы салдарынан істен шығулар жиілейді. Істен шығу кезінде материалдың жартылай бұзылуы, тозуы – олардың ішкі физикалық-химиялық қасиеттерінің өзгеруі жүреді. Істен шығу нәтижесінде сезімталдықтың, дәлдіктің жоғалуы туындап, алдын-ала ескерту, болжау қиындай түседі. РЭА-ның кенеттен істен шығуына диэлектриктердің бұзылуы, өткізгіштердің қысқа тұйықталуы, құрылымдық элементтердің күтпеген механикалық бұзылуы және басқа бөліктердің физикалық бұзылуы жатады.

10.2. СЕНІМДІЛІКТІ ЕСЕПТЕУ

РЭА-ның тоқтаусыз жұмысына көптеген факторлар әсер етеді, бұл факторлардың көбісі кездейсоқ сипатта болып келеді, дегенмен тоқтаусыз жұмыс істеу параметрінің өзі де кездейсоқ сипатта және ол да ықтималдық заңына бағынады. Тоқтаусыз жұмыстың кездейсоқ өшемін сипаттау үшін үш түрлі үлестірулер қолданылады: Вейбулдың, экспоненциалдық және Пуассонның үлестірулері. Вейбул үлестіруі РЭА жөнделмейтін көптеген элементтерді (резисторлар, конденсаторлар, транзисторлар мен микросызбалар) қолданған кезде пайдаланылады. Экспоненциалдық заң уақыт бойынша тұрақты қайталанып тұратын істен шығуларға сәйкес келеді және оны алғашқы бұзылуға дейін қысқа уақыт аралығында жұмыс істейтін бір реттік аспаптарды есептеу үшін қолданады (тұрақты элементтердің істен шығу қарқынын анықтау үшін РЭА есептерінде қолданады). Пуассон үлестіруі түйіндері жөндеуге болатын және қарапайым істен шығулары бар РЭА беріктігін бағалау үшін қолданылады, мысалы, аккумулятордың зарядының біту кездері, электролиттік конденсатордың кебуі және т.б. Беріктікті есептеу кезінде тоқтаусыз жұмыстың ықтималдылығы қаншалықты жоғары болса – өнім де соншалықты берік. Бұл кезде тоқтаусыз жұмыстың ықтималдылығы экспоненциалдық заң бойынша өзгертін ембебап формула қолданылады:

$$P_0 = \exp(-M), \quad (10.1)$$

мұндағы t — өнім жұмысының ұзақтығы (қызмет мерзімі, жыл); X — әрбір түйін немесе элемент үшін істен шығу қарқыны.

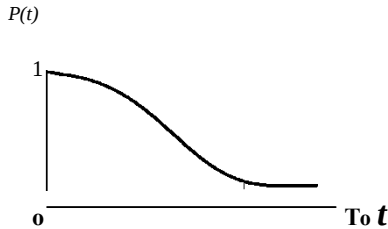
РЭА өнімдерінің сенімділігін өлшеу кезінде жеке элементтердің арасындағы өзара байланысты көрсетілетін құрылымдық сұлба қолданылады.

Бұл құрылымдық сызбаға кіретін барлық элементтердің сенімділігінің нәтижесінде радиоэлектрондық құрылғының жалпы сенімділігін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл жерде элементтер деп тек қана интегралды микросұлбалар, резисторлар, конденсаторлар мен нақты функцияларды орындайтын және РЭА-ның жалпы электрлік сұлбасына енген элементтерді ғана емес, сонымен қатар қосымша элементтер туралы да айтылады: дәнекер байланыстар, ажыратқыштар, бекіту элементтері және т.б.

Сызбаның сенімділігін бағалап, талдау үшін бұл құрылғының негізгі міндеттерін орындауға ерекше ықпал жасайтын түйіндерді бөліп алады (модульдер, басқарудың сандық сұлбалары). Оларды таңдау кезінде бір функционалдық түйіннің істен шығуы өзге көршілес функционалдық элементтің істен шығуын тудырмайтындай таңдап алады. Мысалы, күшейткіштің істен шығуы генератордың да істен шығуын тудырмауы керек және т.б. Беріктікті қарапайым бағалау есебін ең сызбаның «әлсіз» бөлшегіне, яғни істен шығу қарқыны коэффициенті ең жоғары бөлшегіне орындалады. Мысалы, күшейткіштің сызбасында ең көп істен шығатын элемент транзистор болып табылады, ал резисторлар мен конденсаторлар сенімділікке онша қатты әсерлерін тигізбейді. Сондай-ақ, егер бір элемент ең жоғары жүктемемен жұмыс істейтін болса, онда ол тезірек істен шығуы мүмкін. Бұл деректі есепке ала отырып, жүктеме коэффициенті $K_{\text{ж}}$ түсінігі енгізілген. Оны бағлау үшін элементтің қуаты мен жүктеме коэффициентінің арасындағы толық сәйкестік қадағаланады: элементтің бөлетін қуаты қаншалықты жоғары болса – жүктеме коэффициенті де соншалықты жоғары болады. Сәйкесінше, тоқтаусыз жұмыс істеу $K_{\text{ж}}$ жүктеме коэффициентіне, сонымен қатар қандай да бір элементті қолдану температурасына және қоршаған ортаның жағдайына байланысты болып келеді. Элементтердің жұмыс режимдерін есепке ала отырып сенімділікке талдау жүргізу кезінде істен шығу қарқындылығының тұрақсыздандырушы факторларға тәуелділігі есептеледі, нақтырақ айтсақ:

$$X_r = a_r(K_{\text{ж}}, t'KV, \quad (10.2)$$

мұндағы $a_r(K_{\text{ж}}, t')$ — түзету коэффициенті, ол $K_{\text{ж}}$ жүктеме коэффициенті мен дайын өнімнің жылу режимінің коэффициенті функциясы болып табылады және эмпирикалық өрнектер арқылы анықталады; a_c — қоршаған орта мен механикалық әсерлердің радиоэлементтердің сенімділікке ықпалын анықтайтын коэффициент; $X_{\text{б}}$ — құрылымдық сұлбаға енетін дайын өнімнің қалыпты жұмысы кезінде істен шығу қарқыны.



10.2-сурет. Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдылығының қисығы

Нақты элементтің жүктеме коэффициенті келесі өрнекпен анықталады:

$$K = P/P_0. \quad (10.3)$$

Дереккөздерде [9 және 10] есептеу кезінде қолданылуы тиіс, түрлі радиоэлементтерге арналған X_{oi} негізгі коэффициенттері келтірілген.

Элементтің істен шығу қарқынын сонымен қатар қандай да бір уақыт аралығында істен шыққан элементтердің саны туралы эксперименттік мәліметтерді алу арқылы да есептеуге болады, демек

$$X = An/(NcpAt), \quad (10.4)$$

мұндағы X — элементтің істен шығуының эксперименттік қарқындылығы; An —нақты уақыт ішіндегі істен шығулардың саны; $Л_{cp}$ — уақыт аралығының басында және аяғында жұмысқа қабілетті бөлшектердің орташа саны At ($BI_{cp} = (BI_n + Лy/2; BI_n$ — өлшеу мерзімінің басы; N — өлшеу мерзімінің соңы).

Істен шығулардың ықтималдылығы келесі формуламен есептеледі:

$$P = \exp(-XГ). \quad (10.5)$$

Вейбул үлестіруі үшін $w = 2$, экспоненциадық заң үшін $w = 1$. 10.2-суретінде формула бойынша есептелген (10.5) өнімнің (элементтің) тоқтаусыз жұмысының ықтималдық сызығының мысал жүрісі көрсетілген. Графиктен көріп тұрғанымыздай, T_0 қандай да уақыт үшін тоқтаусыз жұмыстың ықтималдылығы нөлге жақын. Осыдан істен шығуға дейінгі жарамдылық мерзімі ықтималдық қисығын жабатын ауданға байланысты деген қорытындыға келуімізге болады. Оны формуламен есептеуге болады:

$$T = \int_0^{\infty} P(t) dt. \quad (10.6)$$

Техникалық құрылғылардың абсолюттік сенімділігіне қол жеткізу мүмкін емес, алайда оны арттыруға болады. РЭА-ның сенімділік деңгейін арттыру үшін ең алдымен ондағы істен шығуларды тудыратын себептерді жою қажет, яғни құрылымдық, технологиялық және пайдаланушылық қателіктерді барынша азайту қажет. РЭА-ның сенімділігін арттырудың жолдарының бірі — өнімнің сұлбасына көшірме элементтерді енгізу арқылы сызбаның артықтығын жасау, ондағы көшірме элементтер негізгі элемент істен шыққан кезде сапасын жоғалтпастан оны алмастырады. Бұл принцип үшін резервтеу жүзеге асырылады, яғни, жалпы РЭА-н, оның жеке модульдері мен модульдерін көшірмелеу орындалады.

Резервтеу үшін сұлбаға қосымша элементтер енгізіліп, олар жеке бөлшектердің істен шығуын алмастырады және құрылғының берік жұмысын қамтамасыз етеді. Резервтеудің келесі түрлері бар:

- *тұрақты* (қор элементтері негізгі элементтермен бірге орнатылған және бірдей режимде қызмет етеді);
- *орнын басумен резервтеу* (істен шыққан элементті анықтау және оны резервтік элементпен алмастыру);
- *сырғымалы резервтеу* (кез келген резервтік элемент кез келген істен шыққан элементті алмастыра алады).

РЭА үшін жалпы (жеке модульдердің) резервтеу мен микросұлбалар мен жеке элементтер деңгейінде элементтік резервтеу қолданылады.

Резервтік элементтердің саны бірдей болған жағдайда, жалпыдан гөрі элементтік резервтеу тиімдірек болып табылады, бірақ қосымша электрлік сұлбалардың көптігін қажет етеді және электрлік сұлбаны күрделендіреді.

Көшірме микросызбалар мен транзисторларды қолдану кезінде сұлбаның тым қызып кетуі орын алуы мүмкін, сол себепті көбінесе резервтік элементтер ретінде резисторлар мен конденсаторлар қолданылады.

Ақпараттық әдістер сенімділікті арттыратын тиімді және үнемді құралдар болып табылады. Олар, әсіресе, есептеуіш техникаға тән. Олар түзетуші кодтар ретінде жасалынады және олар РЭА-ның қателіктерін түзетіп, оның жұмысын да үзбейді. Бұл әдістің мысалдарының біріне құрылғының қуат беру блогын энергияны үнемдеутін түрлі режимдерге алмастыру, жасанды салқындатуды,

Түзетуші кодтар өнімге қандай да артықтықты қосады. Уақытша және кеңістіктік артықтық деп бөлінеді. Уақытша артықтық мәселені бірнеше реттік шешуімен сипатталады. Алынған нәтижеер салыстырылады және егер олар көбінесе сәйкес келетін болса, онда мәселе жұрыс шешілді деген қорытынды жасалады. Уақытша артықтық РЭА-ға программалық жолмен енгізіледі. Кеңістіктік артықтық кезінде бағдарламалық жасақтамаға күрделендірілген кодтар енгізіледі, олар көптеген параметрлер бойынша мәселенің шешімін табады және өнімнің жұмысын жеңілдетілген режимге өткізіп, өнімнің жұмысын реттейді.

Практика жүзінде беріктікті арттыру шаралары өнімнің типіне, оның қолдану жағдайларына және экономикалық мақсаттылығына байланысты болады. Бұл әдістерді келесілермен толықтыруға болады:

- құрылымдар мен материалдарды жетілдіру;
- мерзімді техникалық қызмет көрсету;
- қорғау және автоматтандыру жүйесін енгізу;
- қуат беруші кернеудің сапасын арттыратын орнын алмастырушы және реттеуші құрылғыларды орнату;
- электрлік термо жаттықтыру (термоэмиссиялы катодтарға тән) және т.б.

Беріктікті арттыру шараларымен [9 және 10] дереккөздерінде толығырақ таныса аласыздар.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Аппаратураны (модульді, элементтерді) қорға қоюға қандай сенімділік көрсеткіші әсер етеді?
2. Тармақталған электр тізбегі үшін жүктеме коэффициентін қалай есептеуге болады? Мысал келтіріңіз.
3. Вейбул үйлестіруі мен экспоненциалды үйлестіру қай жағдайда қолданылады?
4. Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдылығының физикалық мәнін түсіндіріңіз
5. Транзисторлар мен резисторлардың сенімділігін арттыру жолдарын атаңыз

АППАРАТУРАНЫҢ ЖӨНДЕУГЕ ЖАРАМДЫЛЫҒЫ

11.1. ЖӨНДЕУГЕ ЖАРАМДЫЛЫҚ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

Аппаратураның жөндеуге жарамдылығын қамтамасыз ету — бұл техникалық қызмет көрсетудің, жөндеудің ұзақтығын және оларға жұмсалатын экономикалық шығындарды азайтуды қамтамасыз ететін шаралардың алдын-ала бекітілген кешені. Егер аспапқа қызмет көрсету, оны жөндеу үшін кеткен шығындар аспаптың бастапқы құнынан қымбатырақ болса, онда аспап жарамсыз деп табылып, шығысқа шығарылады. Жөндеуге жарамдылыққа баға беру үшін ең көп қолданылатын көрсеткіш — істен шығудан кейін қалпына келудің орташа мерзімі. Бұл мерзімді статистикалық бағалау шамамен бірдей пайдалану және жөндеу жағдайларына ие бір типті өнімдерді n бақылау нәтижелері бойынша анықтала алады.

Сонымен қатар жөндеуге жарамдылық көрсеткіштеріне жататындар:

- белгіленген мерзімде жұмысқа қабілеттілікті қалпына келтіру ықтималдылығы:

$$P_v = M_v/M_o, \quad (11.1)$$

мұндағы M_k — белгіленген мерзімнен азырақ мерзімде қалпына келтірілетін объектілердің саны; $M_{ж}$ — объектілердің жалпы саны;

- қалпына келтірудің орташа еңбек сыйымдылығы:

$$\sum T_{B_i} / n, \quad (11.2)$$

мұндағы E_k — істен шыққан өнімді қалпына келтірудің еңбек сыйымдылығы; n — объектілердің саны.

Жөндеуге жарамдылық, тоқтаусыз жұмыс істеу секілді, көптеген шарттарға байанысты және негізгі төрт топқа бөлуге болатын факторлар арқылы анықталады: құрылымдық, ұйымдастырушылық, пайдалану жағдайлары және материалдық-техникалық қамсыздандыру.

Құрылымдық факторларға аспаптың күрделілігі жатады. Аспап қаншалықты күрделі болып, ондағы элементтер қаншалықты көп болған сайын – ондағы істен шығулар да соншалықты көп болып, оларды жою қиындай түседі және ұзағырақ уақытты қажет етеді. Радиоэлектрондық аспаптардың күрделілігінің артуына қарамастан, жөндеуге жарамдылықты арттыруға көмек беретін шаралар бар. Осылай, элементті алмастыру мерзімі тікелей оның қолжетімділігіне, оны бекіту ерекшеліктеріне, ажыратқыштардың құрылысына, ажырамалы бөлшектерді қайта монтаждау ыңғайлылығына байланысты болады. Сызба элементтердің жеткіліксіз қолжетімділігі кезінде қызмет көрсетуші ыңғайсыз жағдайда құрылғылар мен аспаптарды қолдануға мәжбүр болады. Қалыпты жұмысты қамтамасыз ету үшін жабық РЭА-ның жанында шамамен 0,9 м³ ашық кеңістікті қалдырады, монтаждаушының орнына арнайы жарық беруші шамдарды орнатады, радиаторларға және корпусың бөлшектеріне элементтерді бекітеді, қайта монтаждауды жеңілдету үшін және өлшеу жұмыстарын жүргізу үшін ірі элементтердің және істен шығуы тез бөлшектердің жанында бос кеңістікті қалдырады.

Әдетте, аспаптың біртіндеп істен шығуын баптаушы элементтердің параметрлерін қарапайым реттеу арқылы жояды, бұл аспаптың жөндеуге жарамдылығын әлдеқайда арттырады. Реттеу органдарының құрылымы электрлік параметрлерді оқшауланған ашқыштармен баптауды қамтамасыз етуі тиіс және тақтаның немесе модульдің жөндеу кезінде қолжетімді болуы тиіс. Жоғары жиілікті модульдердегі (тюнерлер, жоғары жиілікті күшейткіштер, түрлендіргіштер) реттеуші тесіктер сыртқа шығулары қажет немесе өзге элементтерге тигізбестен оңай қолжетімділікті қамтамасыз етулері қажет.

Қызмет көрсету мен жөндеудің уақытын бағдарламалық құралдар қысқартады. Орталық процессормен басқарылатын аспапқа сервистік режимді енгізеді, ол арнайы бағдарламаның көмегімен қандай да модульдер мен түйіндердің жағдайларына талдау жасайды және оларды жылдам түзетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар бұл бағдарламаны қолдану үшін қызмет көрсетуші адамның аса жоғары біліктілігі қажет етілмейді, бар болғаны алдыңғы панельде немесе басқару пультінде орналасқан нақты пернетақталарды басып отыру жеткілікті.

Жөндеуге жарамдылықты арттыратын өзге де шаралар:

■ Радиоэлементтерді таңбалау, шартты жазуларды жазу, модульдердің шекараларын белгілеу және компоненттер мен олардың электродтарын орналастыру, баспа тақтасында бақылау нүктелерінің кернеу деңгейлерін енгізу;

■ Үлкен интегралдық микросызбалардың шартты белгілерін белгілеу.

Кейбір зерттеулер көрсеткендей және практикамен дәлелденгендей, бұндай шаралар істен шығуды іздеуге кететін уақытты 1,5 — 2 есе қысқартуға мүмкіндік береді. Өнімді қайта қалпына келтірудің еңбек сыйымдылығын азайтуға істен шыққан түйінді немесе элементті білдіретін, нақты бір түспен жыпықтайтын немесе жанып тұратын жарықдиоды көмек береді. Осылай, аспап жұмыс режиміне өткен кезде қуат беру блоктарында алдыңғы панельдегі жарықдиоды жасыл түспен жанады немес жыпықтайды, егер де жасыл түс жанбаған болса, онда блок істен шыққан деп есептелінеді және оны алмастыру немесе жөндеу туралы шешім қабылданады. Аспаптың құрылымдық ерекшеліктеріне істен шыққан элементті іздеу ұзақтығы ғана емес, сондай-ақ оны алмастыру ұзақтығы да тәуелді болады. Оны азайту үшін тақтаның немесе модульдің ыңғайлы орналастырылуы ескеріледі. Элементтерді бір тақтада планарлы орналастырудан бұрын модульдік құрылымы қажет болады және ол көп орын алғнамыен, жөндеуге жарамдылық көрсеткіштерін әлдеқайда арттырады.

Ұйымдастырушылық факторлар:

■ Қызмет көрсетушіні даярлау, қызмет көрсетілетін аспап бойынша техникалық құжаттаманың болуы және оның сапасы;

■ Техникалық қызмет көрсету, істен шығулар мен ақаулардың талдауын жасауда пайдаланылатын әдістер. Қызметкерді арнайы үйретудің арқасында жөндеу кезінде аспаптың ұзақ уақыт бойы тұруын қысқартуға болады. Кейбір мәліметтер бойынша қызметкерлердің апталық тағылымдамасы аспаптың қайта қалпына келуінің орташа ұзақтығын 30%-ға қысқарта алады [14]. Егер аспапқа техникалық қызмет көрсету үшін жеткіліксіз қызмет көрсетушілер бөлінген болса, онда күту мерзімінің ұзақтығы тікелей қызмет көрсету мерзімінен асуы мүмкін, мұндайда жөндеу мақсатқа лайықсыз деп есептеледі. Ең тиімді әдіске қызмет көрсетілетін аспаптың жеке бағыттары бойынша жқиыстарды ұйымдастыратын бригаданың болғаны дұрыс.

Осы секілді оңай «оқылатын», принципшіл және құрылымдық сызбалар, пайдаланылатын интегралды сызбалар мен элементтер туралы техникалық мәліметтер, әдеттегі ақауларды іздеу алгоритмдері, өнімнің кодымен (элементке, модульге, түйінге беріледі, ол бойынша мәліметтер базасында өндіруші-кәсіпорынды табуға болады) бірге элементтердің балама алмастыруына негізделу — бұның барлығы да техникалық қызмет көрсету мен жөндеудің ұзақтығын қысқартуға, жөндеуге жарамдылық көрсеткіштерін арттыруға ықпал жасайды. Жұмыс орнын дұрыс ұйымдастыру, қажетті өлшегіш аспаптарды, монтаждық жабдықтар мен құралды, ең жиі істен шығатын бөлшектерді жинақтастыру жылдам және сапалы жөндеуді қамтамасыз етеді.

Пайдалану жағдайларына келесілер жатады:

- Өндірушілердің ұсыныстарына сәйкес аспаптың климаттық пайдалану шарттарын орындау;
- Температура режимдерін ұстану және салқындатудың тиімді тәсілдерін қолдану;
- Дірілдерді, соққылар мен тербелістерді, резонансты болдырмайтын немесе бейтараптандыратындай аспапты дәл орналастыру;
- қызмет көрсетушінің жұмыс шарттары.

Пайдаланудың климаттық жағдайлары аспаптың өмірлік циклін өте қысқарта алады. Қысқа немесе ұзақ уақыт аралығында ылғал тиген өнім жарамсыз күйге ұшырауы мүмкін. Бұндай жағдай туындағанда аспапты қуат көзінен ажыратып, оның ішкі құрылысын ашу арқылы кептіру қажет. Бұл жағдайда ылғалды сіңіретін эмульсиялар мен спрейлерді де қолданған жөн. Осындай құралдардың біріне газды шығарушы ретінде пропан-бутанды қолданатын аэрозольдар жатады. Оның азғана мөлшерін ылғалды бетке себеді де, және шамамен 30 секунд ішінде ылғал бөлініп шығарылады. Аэрозоль диэлектрлік және металл беткі қабаттар үшін толықтай бейтарап болып табылады. Тығыздалған ауамен түпкілікті кептіру орындалады, мұнда сумен алып келінген органикалық және органикалық емес қалдықтар (кұм, химиялық заттектердің бөлшектері және т.б.) жойылады.

Аспапты пайдалану жағдайлары жөндеуге жарамдылық параметрлерін жақсарту үшін өте маңызды болып табылады. Егер аспап тоқтаусыз жұмыс істеп жатқан болса, онда оның істен шығуы бірден анықталады. Бұл кезде уақытша жарамсыз құрылымның орнына қойылатын резервтік құрылым әрдайым дайын тұруы қажет. Резервтік қор жөндеулі күйінде тұрады және мерзімді түрде профилактикалық тексерулерден өтеді.

Материалдық-техникалық жабдықтау факторы ауыстыруға болатын бөлшектер, жабдықтар мен көмекші құрылғылар жоқ болған кездегі аспаптың тұру ұзақтығына ықпал етеді, техникалық қызмет көрсетудің ұзақтығын анықтай отырып, жөндеуге жарамдылық көрсеткіштерін төмендетеді. Бұл жерде ешбір шағын мәндер жоқ: техникалық судың, химикаттардың, ерітінділердің сапасы, электр энергиясының тұрақтығы, бөлмелердің тазалығы, мерзімді түрдегі ылғалды тазалық жүргізу, бөлмелердің ауасы және т.б., олар бас механиктің қызметін қоса алғанда, материалдық-техникалық қызметті қамтамасыз етеді, сонымен қатар еңбекке жарамдылық көрсеткіштерін төмендетеді. Қызмет көрсету мен жөндеудің кепілдік орталықтарының жұмысы көрсеткендей, РЭА жөндеу мерзімінің олқылықтарының 50%-ы, жарамсыз деп танылудың 20%-ы бөлшектер мен толымдаушылардың материалдық-техникалық ақауларынан туындайды. Дұрыс ұйымдастырылған логистика, жабдықтау базасының өндіріске жақындауы, аспап өндірушісімен байланыс арнасының орнатылуы жөндеуге жариялылықтың жоғары деңгейін ұстаудың басты шарттары болып табылады. Конструкторлық бөлімнің рұқсатынсыз пайдаланып жатқан элементті өзге марканың толымдаушысымен алмастыруға болмайды, тіпті, егер бұл элементтің параметрлері бұрынғысынан жақсырақ болса да оған жол берілмейді. Егер бұл элемент РЭА-ның жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз ете алса, сапа жағынан артта қалмаса және егер бұрынғы элемент өндірістен алынып тасталып, оның өндірушілерімен байланыс үзілсе, онда РЭА монтаждаушысы элементті алмастыру туралы шешімді өз бетінше қабылдай алады.

11.2.

ЖӨНДЕУГЕ ЖАРАМДЫЛЫҚ ТУРАЛЫ АҚПАРАТТЫ ЖИНАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Жөндеуге жарамдылық көрсеткіштері мәліметтерді жинау, есептеу және талдаудан кейін орындалады.

Ақпараттық мәліметтердің типтік жиынтығының құрамы:

- 1) пайдаланушы және жөндеуші кәсіпорындар өткізетін жөндеу мен қызмет көрсету уақытын есептеу туралы мәліметтер;
- 2) барлық өмірлік цикл кезінде немесе кепілдік мерзім барысында өнімді пайдалануды бақылаудың (соның ішінде бақылаудағы пайдаланудың) нәтижелері;

3) тұтынушылардың арасында жөндеу мен қызмет көрсетудің сапасы мен мерзіміне қатысты жүргізілген сараптамалық сауалнама әдістемелеріне негізделген сауалнама парақтары;

4) тәуелсіз сапа қызметтерінің сараптамалық бағалары.

Ақпаратты жинау барысында өнім пайдаланылған және жөнделген жерде өнімнің техникалық жағдайы тексеріледі, істен шыққан құрамдас бөліктерін тексеріп, қажет болған жағдайда зерттейді, мәліметтермен танысып, оларды талдайды. Зерттеу нәтижелері беріктік туралы алғашқы ақпараттандыру құжаттарында көрсетіледі: істен шығулар туралы хабарламалар, техникалық жағдай журналы мен жабдықтың жұмыссыз тұруының есептемесі, техникалық қызмет көрсету мен жөндеу есептемесі және т.с.с. Өнімнің беріктігі туралы ақпарат алу үшін пайдаланылып жатқан немесе жөндеу кәсіпорнына жөндеуге жөнелтілген өнімдердің техникалық жағдайын және беріктігін талдаудың нәтижелері бойынша ғылыми-техникалық есептемелер, сонымен бірге сынақ орталықтарындағы пайдаланушылық сынақтардың нәтижелері туралы материалдар (хаттамалар, есептемелер) пайдаланылады. Алынған талдау материалдары өнімнің беріктік көрсеткіштерін арттыру бойынша ұсыныстарды әзірлеу үшін өңделеді. Ақпаратты өндеуге кіретіндер:

- алынған нәтижелерді жіктеу және бастапқы мәліметтерді кодтау;
- ақпараттың толықтығын, шынайылығын және біртектілігін тексеру;
- қосымша мәліметтер мен нәтижелерді алғанда бастапқы мәліметтерге толықтыруларды енгізу;
- бастапқы ақпараттың мазмұнын машиналық құрылғыларға алмастыру және көшірмелеу;
- алынған мәліметтерді есепке ала отырып, РЭА беріктігінің көрсеткіштерін бағалау;
- РЭА-ны өндіру, жөндеу мен пайдаланумен байланысты түрлері бойынша істен шығу мен шектік күйінің себептерін жіктеу және оларды талдау;
- Пайдалану барысында өнім жұмысының беріктігін арттыруға және кемшіліктерін анықтауға бағытталған шараларды жасау үшін бастапқы мәліметтерді әзірлеу

Істен шығулар мен шектік күйлердің себептерін талдау кезінде бастапқы ақпарат өнімнің осы типіне тән негізгі белгілері бойынша жүйеленеді: пайдалану жағдайлары, істен шығуға дейінгі жарамдылық мерзімі, істен шыққан құрамдас бөліктерінің типтері және т.б. Қосымша түрде беріктігін нашарлататын өнімнің құрамдас

бөліктерін анықтайды, істен шығулардың себептерін табады, конструкторлық-технологиялық және ұйымдастырушылық шаралардың тиімділігіне баға береді. Алынған мәліметтер арқылы статистикалық мәліметтер бойынша беріктік коэффициенттерін бөлу заңдарын анықтайды, қордағы бөлшектердің шығыны туралы ақпаратты талдайды, ұқсас өнімдердің нормативтерімен салыстыру арқылы өнімнің жұмыссыз тұруының ұзақтығын және оның себептерін жүйелейді, анықталған кемшіліктерді жою және өнімнің алдағы беріктігін арттыру бойынша ұсыныстарды әзірлейді. Істен шығуларды бастапқы ақпараттың құжаттарына бекітеді, оған кіретіндер:

- Істен шығудың туындау күні және істен шығуға дейінгі өнімнің пайдаланылған мерзімі;
- Істен шыққан құрылымдық бөлшектің атауы, оның зауыттық нөмірі және каталог бойынша немесе бойынша зауыттық нөмірі, орнату орны және реттік нөмірі (егер өнімде осындай бірнеше құрылымдық бөлшектер бар болса);
- Істен шығудың сыртқы көрінісі (белгісі) және оның туындау себебі;
- Істен шығуды жою әдісі, алмастырылған құрылымдық бөлшектердің саны және атауы;
- Істен шығуды іздеуге және оны жоюға кеткен уақыт.

11.3. ЖӨНДЕУГЕ ЖАРАМДЫЛЫҚ ЖӘНЕ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІК КӨРСЕТКІШТЕРІ

Жөндеуге жарамдылық көрсеткіштеріне белгіленген уақытта қалпына келтіру ықтималдылығы мен қалпына келтіру мерзімінің орташа ұзақтығы жатады. Қалпына келтірудің физикалық мәні белгіленген уақытта сәтті жөндеуді жүргізу ықтималдылығына және бүкіл өнім бойынша жүргізуге болатындығына байанысты. Қалпына келтіру (жөндеу) кезінде кездейсоқ өлшем ретінде жөндеудің ұзақтығы қолданылады, ол туындаған істен шығудың сипаты, аспаптың істен шығуды тез анықтауға қабілеттілігі, қызмет көрсетушілердің дайындық деңгейі, қосымша элементтердің болуы секілді көптеген факторларға тәуелді.

Техникалық қызмет (ТҚ) көрсетудің оперативтік уақыты барлық операциялардың уақыт межелуі арқылы анықталады. Ол тікелей жөндеу уақытын және өлшеу жабдықтарын дайындаудың, корпустың ашу және бөлшектеуінің, ауыстыру үшін бөлшектерді дайындаудың, жөндеу құжаттарын тіркеудің қосымша уақытынан тұрады.

Жөндеудің негізгі уақыты істен шығуды іздеу, жарамсыз элементті қайта монтаждау, жарамсыз элементті жаңасымен ауыстыруға электрлік айдау және негізгі параметрлерді баптау үшін жұмсалады. Жөндеудің ұзақтығын қысқартатын объективті себептер бар — бұл қосалқы бөлшектердің қорын қалыптастыру, оларды жұмыс орнына дейін дер кезінде жеткізу, жөнделген техниканың электронды базасын ұйымдастыру, оны толтырудың қарапайымдылығы.

Мүмкін істен шығуларды болдырмау үшін орындалатын алдын алу шараларының көлемі аспаптың қызмет ету қасиетіне баға беру үшін қолданылатын сандық сипаттама болып табылады.

Қызмет ету сұрақтарының (ТҚ операцияларының орындалуы) қаншалықты жақсы ойластырылып, қамсыздандыруына сәйкес жөндеудің жалпы ұзақтығы анықталып, сәйкесінше жөндеуге жарамдылық та артады. Алдын алу жұмыстарының жалпы ұзақтығы операциялардың мөлшеріне, әрбір операцияны орындауға кететін уақытқа және жүргізу мерзімділігіне байланысты. Алдын алу жұмыстарының құрамына сызба мен конструкцияны өзгертусіз бақылау-реттеу жұмыстарын жүргізу, оның ішінде аспаптың негізгі параметрлерін бақылау және реттеудің арнайы органдарымен оларды жөндеу жатады.

Жұмыс қабілеттілігінің ең маңызды параметрлерінің біріне К_г дайындық коэффициенті жатады, ол статистикалық жолмен бақыланушы объектілердің жұмыс күйінің жиынтық уақытының осы объектілердің пайдалану ұзақтығын жасауына қатынасы ретінде анықталады:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^N \zeta_i}{NT_p}, \quad (11.3)$$

мұндағы Z — аспаптың жұмысқа қабілетті күйінде болуының жиынтық уақыты, сағ; N — аспаптың жұмысқа қабілеттілігін анықтайтын өнімдердің саны; T_p — пайдалану ұзақтығы, ол жұмыс уақытының және қалпына келтірудің кезектесіп алмасатын интервалдарынан тұрады, сағ.

Дайындық коэффициенті аспаптың істен шықпауын және оның жөндеуге жарамдылығын сипаттайды. Егер аспап қаншалықты ұзақ уақыт аралығында жұмысқа жарамды күйінде болса - онда оның дайындық коэффициенті де соншалықты жоғары болады.

Жұмыссыз тоқтау уақытын қысқарту және аспаптың құрамына енетін өнімдердің санын азайту арқылы дайындық коэффициентін арттыруға болады. Жұмыс кезінде істен шығулар азырақ туындайтын және жөндеуге азырақ уақыт кететін аспаптар жоғарырақ пайдаланушылық қасиеттерге ие болып табылады. Дәл солай аспаптың жөндеуге икемділігі көп жағдайларда оның бұзылусыз жұмыс істеуіне байланысты болып табылады. Алдын ала қызмет көрсету кезінде, жұмыстың тоқтауын есепке алмағанда, аспаптың жұмысқа қабілеттілік ықтималдығын анықтау кезінде аспаптың істен шығу коэффициентінің тұрақты болуы (уақыт бірлігіндегі істен шығудың саны пайдалану мерзіміне тәуелді емес), ал аспапты жөндеу ұзақтығының экспоненциалдық заңға бағынуы арқылы аспаптың жұмысқа қабілеттілік күйі сипатталады. Жұмысқа қабілетті күйдің ықтималдығы дайындық Коэффициентіне тең тұрақты шамамен есептеледі.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Өнімнің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру ықтималдылығын қалай есептеуге болады?
2. Жөндеу жарамдылыққа қандай факторлар әсер етеді?
3. Өнімнің жөндеуге қабілеттілігіне әсер етуі мүмкін типтік мәліметтер жинағын сипаттаңыз.
4. Техникалық қызмет көрсетудің жедел уақыты қандай кезеңдерден тұрады?
5. РЭА дайындық коэффициенті қандай факторларға тәуелді?

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫ СЫНАУ

12.1. СЫНАУ МАҚСАТТАРЫ

РЭА сынағы бұл - өнімді пайдалану кезінде туындауы мүмкін түрлі әсерлер кезінде сандық және сапалық сипаттамалар мен параметрлерді анықтау. Сынақтың мақсаттары өнімді пайдалану жағдайларына, оның негізгі параметрлері мен сынақтағы негізгі тапсырмасына сүйене отырып, нақты құрастырылуы тиіс, сонымен қатар олар РЭА-ны жобалау мен жасаудың қандай кезеңінде сынақтың жүргізіліп жатқанын да есепке алулары тиіс. Жоғарыда айтылғанға байланысты, аспаптың барлық түрлеріне ортақ сынақтың негізгі мақсаттары:

- жаңа өнімдерді жасау кезінде оңтайлы конструктивті-технологиялық шешімдерді таңдау;
- өнімді қажетті сапа деңгейіне жеткізу;
- өндіріске енгізу кезінде, өндіріс барысында және техникалық қызмет көрсету кезінде өнімнің сапасына объективті баға беру;
- кепілдік қызмет мерзімін болжау.

Сынақтар анық көрінбейтін және техникалық бақылау әдістерінің көмегімен анықталмайтын материалдардың, элементтер мен құрылымдардың жасырын кездейсоқ ақауларын анықтауды атқарады. Жасап шығару сатысында сынақ нәтижелері бойынша технологиялық қызмет өнімнің істен шығуының немесе жарамсыз күйге енуінің себептерін анықтайды. Егер бұл себептерді табу мүмкін емес болса, жетілдірілген бақылау әдістері мен құрылғылары, дәлірек жабдықтар қолданылады, тексерілетін параметрлер мен бақылау нүктелерінің саны арттырылады, сынақ құралдарының өзі жетілдіріледі.

Құрастырушылар технологиялық процестен нақты ауытқуларды және конструкторлық құжаттаманы табу үшін сынақ нәтижелері мен олардың сандық сипаттамаларын пайдаланады. Сынақтардың ерекше мақсаты – технологияларды мүлтіксіз қадағалау мен конструкторлық құжаттамаларды орындаумен жасаушы өнімнің жоспарлаған деңгейіне жетуін растау. Сынақ нәтижелері жасалған өнімнің сапасының дәлелі ретінде тапсырыс берушіге жариялануы тиіс.

12.2. СЫНАУ КАТЕГОРИЯЛАРЫ

РЭА-ның нақты түрлері мен қолданыстарына, сондай-ақ өнім қолданылатын жағдайларға негізделі отырып, сынақтарды жүргізу бағдарламалары мен әдістерін қалыптастырады. Өнімнің сипаттамалары мен параметрлерін талдау үшін, дайын өнімді қабылдау әдістерін талдау үшін техникалық шартпен бекітілген бақылау сынақтарының негізгі категорияларын бекітеді, олар қабылдау-тапсыру, мерзімдік және типтік категориялар болып бөлінеді. Әрбір категория сынақ процедураларының бірнеше түрлерінен (электрлік, механикалық, климаттық, беріктігін сынау және т.б.) және сынақтан кейін өнімді бақылау әдістерінен (көзбен, құрылғымен және т.б.) тұрады.

Пайдалану ерекшеліктеріне және дайын өнімдердің міндеттеріне, сондай-ақ оларды өндірудің ерекшеліктеріне байланысты сынақтардың кейбір түрлерін жеке топтарға бөледі. Мысалы, беріктікті сынау кезінде істен шықпау, ұзаққа шыдау, сақталу, т.б. параметрлері тексерілуі мүмкін. Сынақтар мен бақылаулардың түрлері, оларды өткізу реті, тексерілетін параметрлер және олардың мәндері сынақ стандарттары, бағдарламалары мен әдістемелері сияқты нормативті құжаттарда көрсетіледі. Стандарттар өнімдердің жеке топтарының сынақтарының жалпы әдістерінен тұрады және техникалық шарттар мен салалық стандарттар ретінде айқындалады. Бағдарламалар сынақтарды жүргізу ретін, ықпал ету ұзақтығын, температуралық диапазондарды, сынаушы және өлшеуші жабдықтың типін және бақылау әдістерін сипаттайды. Әдістемелер жұмыс орнында немесе арнайы бөлмелерде сынақтарды жүргізу бойынша әрекеттердің практикалық ретінен тұрады, мысалы, барокамераларда (қысымға

сынақтар), ылғалдың өзгермелі параметрлері тән тоңазытқыштарда және пештерде (климаттық шарттарына сынақтар) және т.б. Әдістемелерде сонымен бірге сынақ жабдығының ұсынылатын жұмыс режимдері, температуралық режимдер, параметрлердің өзгеруін өткізу тәртібі мен сынақтан кейін сапаны көзбен тексеру де жазылады.

Сынақтарды жүргізгеннен кейін жаппай бақылау(арнайы тағайындалған өнімдер үшін) немесе іріктеме бақылау (өнім топтамасы үшін) қолданылады. Техникалық шарттың талаптарының ең болғанда бір параметрі сәйкес келмесе, онда сынақ тәжірибелері теріс деп саналады. Өлшеу мен бақылаудың құралдары, өлшеу әдістеремесін максималды дәлдік пен нәтижелердің шынайылығын қамтамасыз ететін сынақ мақсаттарына сәйкес таңдайды. Бақылаушы құралдардың метрологиялық аттестациясы болуы қажет, құралдар нәтижелердің дәлдігі мен жаңғыртылуы бойынша жарамдылығына тексеріледі.

Қабылдау-тапсыру сынақтары барлық монтаждық және құрастыру операцияларын орындап боғаннан кейін, сынақтың осы категориясы үшін бекітілген техникалық шарт талаптарына өнімнің сәйкестігін бақылау үшін жүргізіледі. Қабылдау-тапсыру сынақтарының жеке жағдайларында өнімдерді тасымалдау кезіндегі олардың беріктігін сынау үшін (мысалы, кинескоптар, плазмалық және сұйық кристалды панелдерді) оларды көлік ыдысына орнатады. Арнайы тағайындалған техниканы сынау және одан кейін нәтижелерді бағалау істерін тапсырыс берушінің өкілі өндіруші-кәсіпорынның ТББ өкілінің қатысуымен өнімнің техникалық шартында қарастырылған көлеммен тәртіпте және тапсырыс беруші мен өндірушінің арасындағы келсімшарттың негізінде орындайды. Тапсырыс берушінің өкілімен келісе отырып, сынақтарды өткізудің құрамы мен тәртібі өзгертілуі мүмкін. Техникалық шартқа сәйкес сынақтан өткізілген, жинақталған және қапталған өнімдер ғана қабылданған деп саналады.

Мерзімді сынақтар өндірістің аяқталған циклдарының арасындағы мерзімде технологиялық процесті бақылау мақсатында өткізіледі. Мерзімдік сынақтардың нәтижелері бойынша ағымдағы конструкторлық және технологиялық құжаттама бойынша өнімді өндіруді жалғастыруға растауды (немесе расталмауды) алуға болады. Кәсіпорынның технологиялық қызметі тапсырыс берушімен келісе отырып, сынақтарды жүргізудің мерзімділігін, олардың құрамын және ретін белгілейді. Егер өнім мерзімдік сынақтан жақсы өтсе, онда оның өндірісі келесі сынаққа дейін жалғастырылады. Егер өнім

сынақтан өте алмай қалса, онда дайын өнімдерді қабылдау мен жүктеуді ақаулардың себептері анықталғанша және қайталанған сынақтардың оң нәтижелерін алғанша уақытша тоқтата тұрады.

Типтік сынақтар өнімнің құрылысына немесе оны өндіру технологиясына өнімнің техникалық сипаттамасын өзгертетін ұсынылатын өзгерістердің тиімділігін және мақсатқа сәйкестігін бағалау үшін орындалады. Сынақ тәжірибелері бойынша, оң деп табылса, онда жасаушылар технология мен құрылысына өзгерістерді енгізе алады.

Типтік сынақтар ескі элементтерді жақсартылған сипаттамаларға ие жаңа элементтермен алмастыру кезінде және олардың орнатуы құрылымдық құжаттамаға өзгерістерді талап етпейтін жағдайда өткізіле алады. Дәл осындай сынақтарды өнертапқыш ұсыныстар бойынша өзгерістер енгізілген өнімдерге қолданады, мысалы, дәнекерлеудің температуралық режимін анықтау, оның ұзақтығын қысқартатын өзгерістер немесе жаңа құрылғыларды, монтаждық және құрастырма жабдықтарды енгізгеннен кейін қолданылады. Егер ұсынылатын өзгерістердің тиімділігі және мақсатқа сәйкестігі типтік сынақтармен расталса, онда оларды технологиялық құжаттамаға енгізеді.

Жоғарыда аталған негізгі критерийлерден басқа біліктілік және ұсынушылық сынақтар да бар.

Біліктілік сынақтары сараптамалық технология бойынша жасалған бекітілген топтаманың шыдамдылығы мен беріктігін тексеру үшін өткізеді (тапсырыс берушінің ғылыми-зерттеу ұйымы жүзеге асырады).

Ұсынушылық сынақтар өнімдердің техникалық шарттың талаптарына сәйкестігін және оларды тапсырыс берушіге ұсынудың ээіолігін бақылау үшін өткізіледі. Әдетте, оларды қабылдау-тапсыру көлемінен кем емес орындайды, бірақ тексерілетін параметрдегі бақылау жоспарлары мен нормалары қатаңырақ болып орнатылуы мүмкін.

Алдын ала технологиялық сынақтар технологиялық процестің аралық сатыларында өткізіледі. Олар үшін жасырын ақаулардан тұратын өнімнің істен шығуын өтірік көрсететін, сондай-ақ ақаулары жоқ өнімдердің сапасын нашарлатпайтындай режимдер таңдап алынады. Бұл сынақтарды көбінесет е х н о л о г и я л ы қ ж а т т ы ғ у л а р (термотоқты жаттығу, электрлік жаттығу, термоциклдік және т.б.) деп аталады.

Әсер етуші факторлар уақыттың шынайы режимінде сынақтан өтуші өнімнің жүрісін талдау үшін бағдарламалық құралдармен модельденуі мүмкін. Бұндай сынақтар витруалды деп аталады және олар эмуляторларда орындалады.

12.3.

СЫНАУ БАҒДАРЛАМАСЫ МЕН ӘДІСТЕМЕСІ

РЭА сынау кезінде негізгі ұйымдастырушылық-әдістемелік құжатқа сынақтар бағдарламасы жатады. Оның жұмыс тәртібі:

- сынақтардың мақсаттарығ олардың көлемі мен әдістемесі;
- өткізу тәртібі, шарттарығ орны және мерзімі;
- сынақтарды жүргізуге жауапкершілік;
- хаттамалар мен есептемелерді рәсімдеу.

Механикалық және климаттық факторларға әсер етудің негізгі ережелері стандарттармен анықталады. Сынақтардың бағдарламасында қысқаша формада сынақ объектісі туралы ақпарат (оны өндіру мерзімі, төлқұжат нөмірі, құрылымының ерекшеігі және өндіру технологиясы, т.б.) беріледі, тікелей немесе жанама өлшенуі тиіс параметрлер саналады, жарамдылық критерийлері, сыртқы күйіне талаптар жазылады. Бағдарламаның түрлі бөлімдерінде тәжірибелердің көлемі мен әдістемелері көрсетіледі, сынақтан өтетін өнімдердің саны туралы мәліметтер келтіріледі, түрлі ықпал жасаушы факторларда шыдамдылық ұзақтығы, мерзімдігі, операциялардың құрамы және реті, сынақ режимдерінің параметрлері анықталады.

Өзге ұйымдастырушылық-әдістемелік құжатқа РЭА сынақтарының әдістемесі жатады. Онда сынақтардың әдісі, құралдары мен шарттары, объектінің бір немесе бірнеше өзара байланысқан сипаттамаларын анықтау бойынша операцияларды орындау жүрісі, мәліметтерді ұсыну формасы мен нәтижелердің дәлдігі мен шынайылығын бағалау әдістері, қауіпсіздік техникасы мен қоршаған ортаны қорғауға қойылатын талаптар бекітіледі. Бұл әдістемеге қойылатын негізгі талапқа сынақ процесінің барынша тиімділігін және алынған нәтижелердің қателіктерінің ең аз болуын қамтамасыз ететін ұйымдастырушылық және өндірістік шарттар жатады. Әдістеме сынақтың әдісі мен шарттарына және техникалық құралдарға қойылатын талаптарды нақтылайды. Ол сынақ жабдығын тексеру әдістерін сипаттау, тексерілетін өнімдерді дайындау шаралары, тәжірибелік жабдық пен тексерілетін өнімнің ортақ тексеру әдістері, нәтижелерді тіркеу мен мәліметтерді тааду ережелерінен тұрады.

Стандарттарға сәйкес пайдаланудың сыни жағдайларында нақты топқа немесе типке жататын өнімдерге техникалық тапсырмада, стандарттарда, техникалық шартта бекітілген талаптарға РЭА-ның сәйкес келуін тексеру үшін механикалық (соққылар, дірілдер, үдетулер, құлаулар) және климаттық (температура, ылғалдылық, күн радиациясы, шуылдар, шаңдану) сынақтар өткізіледі. Сынақтар РЭА-ға және техникалық шарт пен сынақ бағдарламасында бекітілген оның жеке бөлшектеріне жүргізіледі.

Жалпы, сыртқы факторлардың әсерін анықтайтын сынақтар өнімдердің жұмысқа қабілеттілігін қандай да ықтималдылықпен анықтайды, оларды өткізу кезінде шынайы жағдайларды жасанды түрде қайталайды немесе олардың әсерін қайта көрсетуді жүзеге асырады. РЭА сынақтарының тәсілдерін үйлестіру үшін СТ МЭК 68-2 Халықаралық стандарты қолданылады, ол өндіруші-елге қарамастан электрондық өндіріс кәсіпорнының сынақ әдістемелерінің сәйкестігін қамтамасыз етеді. СТ МЭК 68-2 сынақ әдістерімен тоық сәйкес келу нәтижелердің қайталануын, тәсілдердің бірдей болуын қамтамасыз етеді. СТ МЭК 68-2 талаптары өнімдердің түрлі үлгілерін сынақтан өткізуге мүмкіндік береді, оның салдарынан түрлі зертханаларда алынған нәтижелер салыстырылады, ал бір әдісті ұзақ уақыт бойы қолдану бұрынғы нәтижелермен де салыстыруға жағдай жасайды.

Сынақ режимдерінің параметрлерінің тағайындалулары мен сынақ жабдығын сипаттау арқылы сынақ сипаты анықталады. Егер екі немесе одан да көп сыртқы факторларды жеке әсер еткенде қажетті ақпарат алынбаса, онда біріктірілген ниеме құрама сынақтарды пайдаланған жөн.

Барлық механикалық сынақтар келесі мәндерге тең климаттық жағдайларда орындалады: ауа температурасы 15 — 35 °С, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 45 — 80 %, атмосфералық қысым 84— 106 кПа (630—800 мм сын. бағ.).

Сынақ бағдарламалары әрекеттердің нақты реттілігін қажет етеді:

- бастапқы тұрақтандыру, яғни, қарапайым пайдалану жағдайларында өнімнің уақытын уақытша ұстау;
- бастапқы тексеріс пен сынақтың басталуына дейін өнімнің параметрлерін өлшеу;
- ұстама мен соңғы тұрақұтау, онда өнім сынақ жағдайларында бағдарламада бекітілген ұстама сынақ мерізмінде ұсталады;

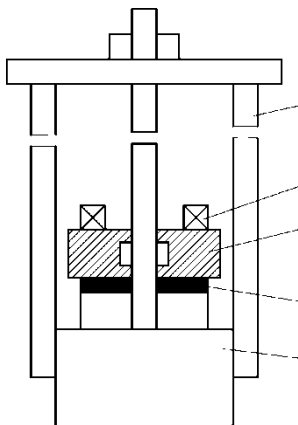
- ■ алынған нәтижелерді сынаққа дейінгі нәтижелермен тексеру үшін қорытынды тексерістер мен өлшеулер.

РЭА механикалық сынақтары. Электрикалық жүктемемен немесе онсыз қалыпты киматтық жағдайларда өткізіледі. Механикалық сынақтардың бір түрі — дірілдер, соққылар, сызықтық үдеулер мен акустикалық шудың әсер етуінде өнім конструкциясының беріктігі мен тұрақтылығын тексеру. Амортизаторлары бар өнімдер амортизаторларға бекітілуі тиіс, алайда егер техникалық шартта пайдалану кезіндегі түрлі бекіту әдістері қарастырылған болса, онда өнімді ең қауіпті бекіту әдісімен сынаиды.

Дірілікдік жүктемелер мен бір реттік соққыларды бір уақытта үйлестіру РЭА-ға тиімді сынақтық әсер етеді, бұл әдіс ең алдымен қолданылады. Оның міндеті – өнімнің дірілін жоюшы әсеріне қарсы тұру қабілеттілігін және діріл аяқталғаннан кейін техникалық шартта көрсетілген мәндердің шегінде өз параметрлерін сақтау қабілеттілігін сақтауын тексеру. Алдын ала сынақтарда діріл кезінде өнімнің толық бұзылуын болдырмау үшін құрылымның резонансты жиіліктері анықталады. Өнімдердің резонанстық жиілігі – бұл жалпы өнімде немесе оның жеке бөлшектерінде не түйіндерінде резонанс құбылысы туындайтын жиілік, яғни тербеліс амплитудасы әсер етуші фактордың (соққының, теңселтудің) амплитудасынан немесе бекітпе нүктесінің тербелісінен 2 есе не одан көбірек артуы.

Резонанстық жиіліктер анықталған жағдайда өнімді сөндірулі күйінде, конструкторық құжаттамада көрсетілген резонанстық есептік тірек жиілігінің диапазонында гармоникалық дірілдің әсеріне ұшыратады.

Дірілорнықтылық сынақтарын дірілберіктілік сынақтарымен бірге өткізеді. Діріл жиілігінің өзгеру жылдамдығы 1 октава/минуттан (октава — сигнал жиілігінің 2 есе өзгеруі) аспауы тиіс. Механикалық факторлардың әсеріне беріктік пен тұрақтылық — механикалық факторлардың әсерінен кейін стандарттарда бекітілген нормалардың шегінде өнімнің өз функциялары мен параметрлерін аақтау қабілеттілігі. Жиіліктердің жұмыс диапазонында төрттен кем резонанстары бар өнімдерге синусоидалы діріл әсері орындалады. Кіші резонанстық жиілігі 1000 Гц жиіліктен аспайтын өнімдер үшін соққыға беріктігін тексеретін сынақтар өткізілмейді. Соққыға беріктікті және/немесе бұл өнімдердің тұрақтылығын олардың конструкциясы қамтамасыз етеді. Соққыға беріктік сынағын арнайы соққы стендтеріндегі әсерлерді анықтайтын сынақтармер бірге жүргізу ұсынылады.



12.1-сурет. Көп рет соққығы сынауға арналған стенд

1 — үстінгі қақпақ; 2 — өнім; 3 — жұдырықша; 4 — амортизациялық төсемдер; 5 — үстел негізі

Соққы стендтерінің жіктелуі:

- соққы сипаттарына қарай — бір реттік және көп реттік соққы стендтері;
- шамадан артық соққыларды алу әдістеріне қарай — еркін құлау стенді және платформаның өніммен мәжбүрлі екпінмен құлау стенді;
- Тежегіштік жабдықтардың конструкциясы — қатты төстері, серіппелі төстері, амортизациялық төсемелері, т.б. бар стендтер.

Соққы стендінің конструкциясына және пайдаланылатын тежегіш жабдыққа байланысты жартылай синусоидалы, үшбұрышты және трапеция формалы соққыларды алады. Бір реттік соққылардың сынақтары үшін коперлік типті соққы стендтері (жоғарыдан төменге қарай құлайтын ауыр жүктің көмегімен орындалатын соққы) пайдаланылады, ал бірнеше реттік соққылар үшін жартылай синусоида формалы соққыларды жасайтын жұдырықтық типті стендтер пайдаланылады. Бұндай стендтің конструкциясы 12.1-суретінде көрсетілген.

Өнім үстелдің табанына бекітіледі, ол жұдырықтық механизмнің көмегімен іске қосылады. Үстел жоғары-төмен бірнеше тербелістік қозғалыстарды жасайды, сонымен қатар өнім жоғарыдағы қақпақпен жанасады. Сынақтар 51271— 99 МемСТ сәйкес орындалады. Соққы параметрлерін өзгерту келесі әдістердің бірінін көмерімен өткізеді:

- Белгілі түрлендіргіш коэффициентімен пьезоэлектрлік өлшем түрлендіргішінің (ӨТ) көмегімен;
- Соққы кезінде жылдамдықтың өзгеруі арқылы.

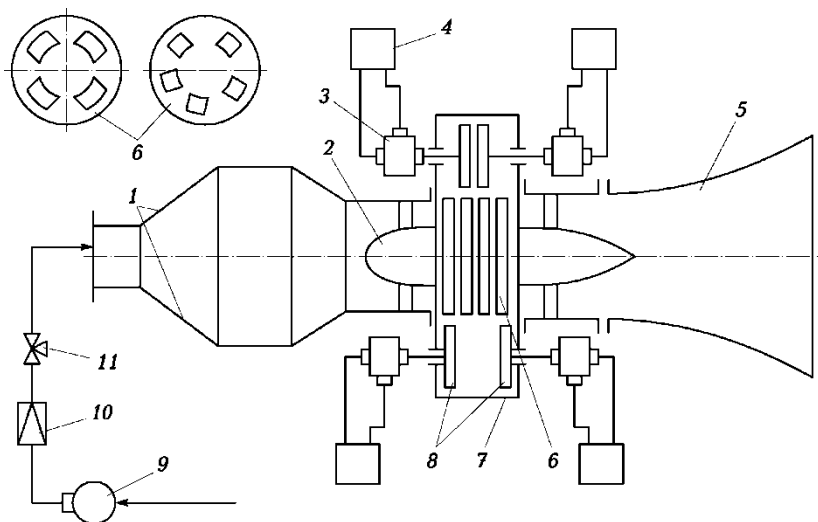
Соққы кезіндегі үстелдің үдеуін өнімнің жеке резонанстық жиілігіне қарай МемСТ арқылы анықтайды. Өнімнің бір реттік және көп реттік соққыларының әсеріне тұрақтылық туралы сынауға болатын өзгерістер параметрлерін таңдау ұсынылады. Радиоэлементтер үшін бұл — дірілшуылының деңгейі, шығу сигналының бұрмаланы немесе оның мәнінің өзгеруі, электрлік тізбектің бүтіндігі, контактілі қарсылықтың тұрақтылығы.

Акустикалық шуыл аспап пен жинақтық өнімдердің дірілін тудыруы мүмкін. Акустикалық шуылдың өрісіндегі дауыс тербелістері өнімге тікелей әсер етуі мүмкін, ал ондағы діріл реакциясы сыртқы механикалық ықпалдан туындаған дірілден өзгешеленуі де ықтимал. Акустикалық шуылдың әсеріне сынақтар екі әдістердің бірімен орындалады:

- Кездейсоқ акустикалық шуылдың өнімге әсері;
- Өзгермелі жиіліктегі тонның әсері.

Сынақ шуылының 125—10 000 Гц диапазонындағы жиіліктің нақты спектріндегі біртекті дыбыс қысымы болуы тиіс. Шуылдық әсер кезінде параметрлерді бақылау үшін көбірек уақыт кетпесе, әсердің ұзақтығы 5 минутты құрайды. Акустикалық дыбыс өзгерткіші жиіліктердің әсеріне сынақтар оның жоғарыдан төменге және керісінше (бір цикл) жайлап алмасуымен, реверберация акустикалық камералардағы барлық диапазон бойынша өткізіледі. Камералар бес бұрышты болады және олардың қабырғалары алюминий қорытпаларынан жасалады. Камераның кеңістігінде реверберация жасалады, ол дегеніміз — дыбыстың камера қабырғаларынан бірнеше реттік шығуы. Камераның көлемі сынаққа арналған бұйымның өлшемдерінен 2 есе жоғары болулары тиіс, сонымен қатар жиіліктердің жұмыстық диапазонында акустикалық өрістің біртектілігі қамтамасыз етілуі тиіс. Шағылдырушы камера (форкамера) жиіліктерден туындайтын, кездейсоқ жылу сигналынан модельденетін тербеліс көзінен қозады. Дыбыстық сигнал ретінде тығыздалған ауадан шығатын, жоғары қуатты сиреналар пайдаланылады. 12.2-суретінде осындай құрылымның дәлме-дәл сызбасы көрсетілген.

Камералардың кейбір түрлерінде электр-пневматикалық генераторлар пайдаланылады, оларда 20 кГц — 20 Гц жиілік өрісінде генератордың аққұла шуылымен (сигналдың барлық спектрі бойынша таратылған бөлшектік құрамдастарды біркелкі таратылған



12.2. Акустикалық шуға сынауға арналған жалпақ жолақты сирена сұлбасы:

1 — форкамера; 2 — қоршау; 3 — электрқозғалтқыш; 4 — қозғалтқыштың тиристорлық жетегі; 5 — рупор; 6 — ротор; 7 — сирена корпусы; 8 — жетек тегеріші; 9 — ресивер; 10 — дроссель; 11 — ысырма

бөлшектік құрамдастар болып табылатын шуыл) дыбыстық қысым сигналы жасалады. Бұл тілімнен $1/3$ октаваға тар тілімдер бөлінеді, акустикалық өріс жасалып, күшейтіледі.

РЭА тағылымдамасына және пайдалану шарттарына байланысты сынақтардың бағдарламасында пайдаланылатын механикалық әсерлер мен олардың реттері көрсетіледі. Мысалы, тәжірибелік үлгінің анықтамалық сынақтарының бағдарламасына әдетте механикалық сынақтардың барлық түрлері қосылады, ал сериялық өндірісте шығарылмайтын өнімдер үшін тек техникалық шартта ғана көрсеткілген сынақтар пайдаланылады.

Діріл жүктемелеріне сынақтардіріл жабдықтарының құрамына енетін діріл стендтерінде орындалады. Діріл жабдықтары қанағаттандыруы тиіс негізгі талаптар — талап етілетін жиілік диапазонында гармоникалық діріл мен үдеулерді алу мүмкіндігі, жұмыстағы басқарушылығы және беріктігі. Діріл жабдықтарының жіктелуі:

- Дірілдің қозу әдісіне қарай — кинематикалық және ортадан кепкішті қосқанда механикалық, электродинамикалық, электромагниттік, пьезоэлектриктік, конвекциялық, т.б.

- Қозушы дірілдің жиілік диапазонына қарай — төмен және жоғары жиілікті, тар және кең тілікті;
- Сынақтарды жүргізу әдісіне қарай — бекітілген жиілік пен тербелмелі жиілік.

Механикалық қозуға ие дірілжабдықтары төменгі жиілікті деп есептеледі. Оларды 100 Гц-тен жоғары сынақтар үшін пайдаланады. Электромагниттік қозуға ие жабдықтар негізінен 50 және 100 Гц аралығындағы бекітілген жиіліктердің сынақтары ретінде пайдаланады. Пьезоэлектрлік жабдықтар 1 000 Гц-тен жоғары жиіліктер саласында және жеңіл өнімдермен жұмыс істейді. Электродинамикалық қозуға ие жабдықтарға қозушы жиіліктердің кең диапазоны, дірілдердің жоғары бағытталуы, сызықтық емес бұрмаланулардың төменгі коэффициенті, сынақ өрістеріндегі шағын магниттік өрістер болуымен ерекшеленеді. Шағын үстелдік діріл электродинамикалық құрылғылар (12.3-сурет) микросызбалар мен тұрмыстық техниканың бүкіл спектрі үшін және шағын өлшемді аспап үшін резонанс жағдайларында және жоғары жиіліктердегі өнімнің беріктігіне баға беру үшін пайдаланылады. Бұл жабдықтар жүктемесіз діріл үстелі үшін 490 м/с^2 дейінгі дірілудеуі мен 980 Н дейінгі итеріп шығарушы күшті қамтамасыз етеді.

Орташа және ірі өлшемді өнімдердің (арнайы техника) сынағы үшін стандартты сипаттамаларға ие конвенциялық дірілжабдықтары пайдаланылады: итеріп шығарушы күші 1,17 до 392 кН жоғары,



12.3-сурет. Үстел дірілдегіш қондырғының жалпы түрі

жиілік диапазоны 5 - 4 500 Гц жоғары, діріл орын алмастыруының қарқыны 25 - 100 мм, ең жоғары діріл жылдамдығы 2 м/с, ең жоғары діріл жылдамдығы 117 G. Олар синусоидалы қауіпті әдістерді пайдаланады, сондай-ақ күрделі кеңістіктік тербелісті модельдей алады.

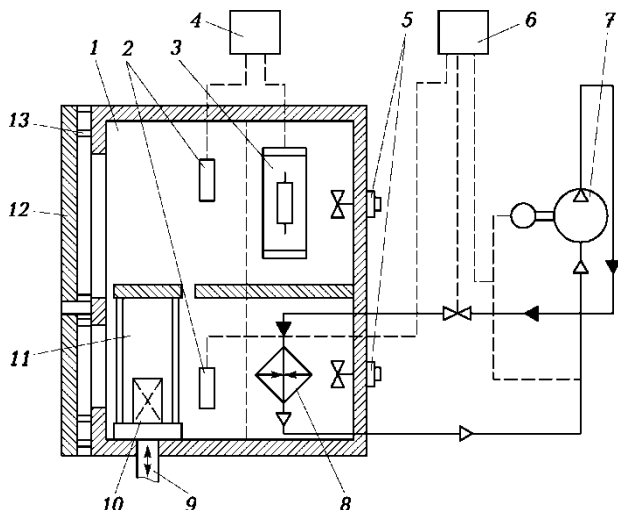
Климаттық әсерге сынақтар жоғары және төмен температурада, қырау мен шық кезінде, жоғары ылғалдықта, күн сәулеленуінде, шаңда, мүк саңырауқұлақтары мен агрессивтік ортада жасалынып, су өткізгіштігі мен ауа кірмеуін тексеру үшін жүргізіледі. Сынақтар кезінде пайдаланылатын әсер етуші факторлардың диапазоны өте кең және аспаптың тобы мен оны пайдалану жағдайына байланысты болады.

Тәжірибе үлгілеріне климаттық сынақтар конструкция мен технологияны жетілдіру үшін, ал топтама өндірісінде әлеуетті берік емес өнімдерді қабылдау-тексеру сынақтарында ақауларын жою үшін және мерзімді сынақтардағы технологиялық режимдерді бақылау үшін пайдаланылады. РЭА сынағының режимдері мен шарттары қаттылық деңгейіне байланысты анықталады, ал оның өзі өз кезегінде РЭА-ның алдағы пайдаланушылық шарттарымен анықталады. Егер өнімдер осы сынақ түрі үшін бекітілген техникалық шарт талаптарын сынақ кезінде және сынақтан кейін қанағаттандырса, өнім сынақтан өткен депесептеледі.

Сынақ алдында алдыңғы пайдалану шарттарының өнімдеріне ықпалдың салдарын жою үшін қалпыты климаттық жағдайларда ұстайды. Ұстаманың ұзақтығы өнімдердің жылу тепе-теңдігін қоршаған ортадан арықтауға жеткілікті уақытпен анықталады. Ол әдетте 2 сағаттан аспайды. Өнімдерді климаттық сынақтардың камерасына енгізбестен бұрын өнімдер мен қбырғалардың арасында ауаның еркін алмасуы жүруі қадағаланады. Егер пайдалануда өнімнің бірнеше күйлері мүмкін болса, онда сынақтың ең қатты шарттарын таңдау қажет. Сынақ режиміндегі ұстама ұзақтығы камерада тұрақты режимді орнатқаннан бастап есептеледі. Бұл мерзім бүкіл көлем бойынша өнімді жылыту (салқындату) үшін жеткілікті болуы тиіс. Өнімді камерада ұстағаннан кейін оны шығарып, қоршаған ортаның температурасына дейін салқындатады (қыздырады). Өнімнің бүкіл көлемі бойынша салқындау (қызу) ұзақтығы температура бақылаушы датчиктердің көмегімен алдын ала сынақ сатысында орнатылады. Әдетте, массасы 2 кг-нан аспайтын РЭА өнімдері 2 сағ. уақытқа шыдайды..

Сынақ нәтижелерінің жаңғыртылуы көп деңгейде сынақ режимінің белгіленген параметрлерін ұстану дәлдігіне байланысты болып келеді. Сынақтың дәлдігі мен оның құны арасындағы мәміленің негізінде әсер етуші факторлардың шегі анықталады. Ылғалға шыдамдылық сынақтарында температура мен ауаның ылғалдылығына шектік мәндер сәйкесінше $\pm 2^\circ\text{C}$ және $\pm 3\%$ ретінде белгіленеді. Көрсетілген шектерді таңдау кезінде температураның камера ішінде біркелкі емес таралуы, оны жабдықтармен өлшеу кезіндегі қателіктер, сонымен қатар уақыт аралығында температураның өзгеруі де есепке алынады. Температураның жоғары мәні 40°C және ауаның салыстырмалы ылғалдығы 90% болғанда температураның изменение температуры на 2°C -ге өзгеруі салыстырмалы ылғалдықтың 9% -ға өзгеруіне алып келеді. Жоғары салыстырмалы ылғалдықта температураның елеусіз ғана өзгерісі шықтың туындауына алып келуі мүмкін, бұл сынақ нәтижелерінің жаңғыртылуын төмендетеді.

Температуралық жүктемелердің әсеріне сынақтарды жүргізу үшін термоылғалкамералар, термобарокамералар, жылу мен суық камералары, термоциклдеу камералары пайдаланылады. Камераларда оның көлемі бойынша қажетті жылу режимі мен біркелкі температураны қамтамасыз ету үшін камераның түбінде, қабырғаларында және есігінде жылытушы элементтер орналастырылады немесе жылытылған ауаны тасымалдаушының (жылу тасығыштың) металл қабатына ішке тасымалдауы арқылы жүзеге асады. Төменгі температура екі әдістің көмегімен қол жеткізіледі: салқындатқыш агенттің көмегімен тікелей салқындату (сұйық азот, көміртек диоксиді, аммиак), сонымен қатар компрессорлық құрылғының көмегімен жанама салқындатылады. Салқындатудың жанама әдісі сұйықтықтың булануы кезінде қоршаған ортаның жылуын жұту қасиетіне негізделген. Бұл әдісті техникалық жүзеге асыруда компрессорлық буландырғыш жүйе қолданылады, оның бір жағында газ тәрізді суық агент (фреон) конденсацияға дейінгі қысымға дейін тығыздалады, ал екінші бөлігінде ол тез арада кеңейтіледі. Құрылғыдағы салқындатқыш агент ұзақ уақыт бойы қолданыла алады, себебі ол жабық жүйеде айналады. Сынақ камераларындағы температуралық режимді ұстау үшін қыздырғыш немесе салқындатқыш элементтердің бөліктері қосылады немесе сөндіріледі. Сондай-ақ температураны автоматты реттеуді де орындау үшін контактілі сынап термометрлері, электрлік көпірлер, потенциометрлер, бағдарламалы таймерлер қолданылады, олардағы термосезімтал датчиктер ретінде термобұлар немесе терморезисторлар пайдаланылады.



12.4-сурет. Климаттық сынауға арналған камера:

1 — жылу камерасы; 2 — температура датчиктері; 3 — ТЕН; 4 — жылу камерасын реттегіш; 5 — өстік желдеткіштер; 6 — суық камерасын реттегіштер; 7 — екі компрессордан, конденсатордан, жылуалмастырғыштан және реттегіш клапаннан тұратын тоңазытқыш агрегат; 8 — тоңазыту агрегатын булндырғыш; 9 — камерадаң камераға орын ауыстыру құрылғысы; 10 — өнім; 11 — суық камерасы; 12 — камера есіктері; 13 — тығыздама

Камераның жұмыс принципін түсіндіретін сызбалық бейне 12.4-суретінде көрсетілген.

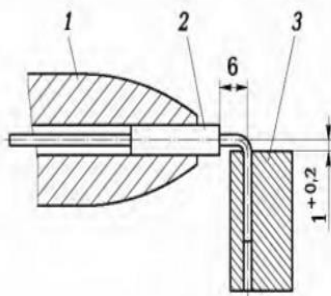
Климаттық сынақтардың ақпараттылығы мен тиімділіктерін арттыру үшін оларды өткізу кезінде әрбір келесі сынақ күшейе түсетіндей ретпен өткізіледі. Мысалы, климаттық сынақтардың қалыпты ретінде жоғары температурадағы сынақ, циклдік режимде (уақыт бойынша атмосфера күйінің өзгеруінде) ылғалға төзімділікке қысқа мерзімдік сынақ, төмендетілген температура мен атмосфералық қысымның әсеріне сынақ өткізіледі. Соның ішінде осы көрсетілген сынақтардың арасында, ылғалға төзімділік пен төменгі температураға төзімділік сынақтары ғана 2 сағатты құрайтын үзіліс уақытын қоспағанда, 3 күнге дейінгі үзілістерге рұқсат беріледі.

Шаңға сынақтарда сапарға шығуға арналған, шаңды кеңістіктер мен шөл далаларға арналған арнайы маманданған жабдық пайдаланылады. Сынақ шаң камерасында өтеді, онда $(55 \pm 3)^\circ\text{C}$ температура орнатылып, өнімге 2 сағ. бойы 60 % кварцталған құм, 20 % бор мен 20 % каолиннен тұратын шаңды қоспа үрленеді. Егер 2 сағат осы сынақта ұсталғаннан кейін өнімнің параметрлері техникалық шартта қарастырылған нормада болса, сынақтан өткен деп есептеледі.

Электрлік тақталардың сынақтарына ұзындықтары 4 мм-ден асатын түйіндерді тексеру, оларды бұрау мен июден тұрады. Бұрау мен иілуін тексеру кезінде дәнекерлербеген элементтің (резистордың, конденсатордың) түйінің формалайды, бұранда қысқышпен қысады, цилиндрлік төсемені кигіздіреді (корпустың басындағы түйінді жарақаттамау үшін) және арнайы құрылғылардың көмегімен (кемпірауызды қолдануға болады) 12.5-суретінде көрсетілгендей, түрлі бағыттарда үш рет бұрайды.

Егер түйіндер үзілмеген болсағ онда элемент сынақтан өткен деп есептеледі.

Дәнекерлеу қабілеттілігіне сынақ баспа тақталары мен өткізгіштердің элементтеріне орындалады, сол арқылы оның дәнекерленетін өнімнің дымқылдану оңайлығы бойынша анықталады. Бұл кезде көбінесе тереңдігі 40 мм-ден жоғары, көлемі 300 мм^2 –ден кем емес дәнекерлеу ваннасы әдісі (дәнекерлеу ваннасын электрлік дәнекерлеуішпен алмастыруға болады) қолданылады. Сынақ үшін ПОС-61 маркілі дәнекері, изопропил спиртінің ерітіндісіндегі шайырлы қосынды қолданылады. Сынақ барысында элементтердің түйіндерін 30 — 60 с уақытқа қосындыға батырады, оны ағызады және 235°C температуралы ерітілген дәнекерлі ваннаға батырып, оны $(2 \pm 0,5)$ с аралығында ұстайды. Өнімді көзбен қарау кезінде түйіндердің беті тегіс жылтыр дәнекер қабатымен қапталса онла өнім сынақтан өткен болып есептеледі



12.5-сурет. Сыртқа шығарылатын өткізгіштерді майысуға және ширатылуға сынау:

1-қысқыш; 2-зерттелетін өнім; 3- ұстағыш.

Дәнекерлеу кезіндегі *жылуға төзімділікке сынақ* дәнекерлеу температурасының элементтердің корпусына әсерін анықтау мақсатымен өткізіледі. Бұл жағдайда түйіннің корпусқа бекітілген нүктесінен 2 — 3 мм тереңдікке түйінді ерітілген дәнекерге батырады. Ваннадағы температура 260 °С – 350 °С аралығында болуы қажет. Элемент ваннада 3,5 — 5 с бойы ұсталады және оған көзбен бақылау жасау кезінде қараюлар, шалыстанулар, түрінің өзгеруі болмаса, онда төзімділік сынағы сәтті өтті дегенді білдіреді. Дәл осы белгілер бойынша SMD- компоненттерінің сынақтары кезінде өнім толықтай 10 — 30 с уақытқа дәнекерге батырылады, бұл кезде SOIC корпустарындағы жазық элементтер дәнекердің бетінде жүзіп жүруі мүмкін. Сынақтан кейін көзбен тексеру орындалады, онда қараюлар немесе корпусың бұзылуы, контактіі орындарында балқытылған немесе қыртыстарған металл қабықшалар болмаулары тиіс.

РЭА-ның жоғары кернеу мен тоқтардың, кернеу секірісінің, тақталар мен радиоэлементтердің тақтасына кедергісіне тұрақтылыққа электрлік сынақтар 3 және 4 тарауларда қарастырылған.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Сынаудың негізгі категорияларын атаңыз.
2. Сынау бағдарламалары мен әдістемелеріне қандай кезеңдерді қосу керек?
3. РЭА өнімдерін соққы жүктемеге механикалық сынау бағдарламасын құрыңыз .
4. РЭА параметрлеріне акустикалық шу қалай әсер етеді?
5. Электрондық техниканы вибротұрақтылыққа немесе виброберіктілікке тексеру кезінде сынау үдерісін сипаттаңыз.

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАСЫНЫҢ БҰЗЫЛУЫ МОНТОРИНГІ, ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ

V

БӨЛІМ

- 13 Тарау. Радиоэлектрондық аппаратура мен аспаптарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу
- 14 Тарау. Реттеу және баптау операциялары
- 15 Тарау. Электрлік бұзылуды жжіктеу және түрлері
- 16 Тарау. Бұзылу диагностикасы және іздеу үдерісі
- 17 Тарау. Жеке РЭА түрлерін қалпына келтіретін жөндеу және модернизациялау
- 18 Тарау. Диагностика және жөндеу кезінде өлшеу аспаптары түрлері, тағайындалуы және пайдалану ережелері

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРА МЕН АСПАПТАРҒА ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ

13.1. ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ТҮРЛЕРІ

Техникалық аппаратураларға техникалық қызмет көрсету оның ескіруімен, сыртқы әсерлер, пайдалану интенсивтілігі және т.б. себептерге байланысты жоғалған сапаларын қалпына келтіру бойынша маңызды шаралардың бірі. ТҚ міндеті – РЭА-ды жұмыс қалпында сақтау немесе істен шығу жағдайында қалпына келтіру. Қалыпты күйдегі аппаратта жүргізілетін ТҚ *профилактикалық қызмет көрсету* деп аталынады. Ол қызмет көрсетуші персоналмен аппаратураны мақсатты пайдалану барысындағы істен шығудың алдын алуға арналып атқарылған әрекетті болжайды, оны алдын ала жоспарлайды және оны іске асырудың периодтылықты орнатады.

Профилактика шығындары істен шыққан аппаратураның күрделі жөндеу немесе алмастыру өз артынан аппаратураны техникалық сапасын жоғалту, не оны орындауға кеткен үлкен уақыт шығыны қатерін тигізу мүмкін жағдайда тиімді. Профилактикалық шараларды алдыңғы ақаулықтарды және олардың белгілерін, аппаратураның істен шығу ықтималдылығы есептік уақытын талдау негізінде жасақтайды. Егер белгілер периодты түрде айқындалатын болса, онда олардың пайда болу периодын анықтап, ескерту профилактикалық шараларын орындайды. Егер олар ретсіз келетін болса, онда профилактиканы есепке асыруға арналған бірінші себеп – бірінші істен шығу. Алынған деректерді талдаудан профилактикалық шаралардың жиілігі мен сапасы жоспарын құрады, мысалы, мойынтіректерді, топсалы және тегершікті тораптарды майлауды ауыстыру, радиотелевизиялық аппаратураның сурет пен дыбыс параметрлерін тексеру, пайдалану мерзімі өткен

элементтерді және оның тораптарын ауыстыру, есептеуіш техниканы жаңашаландыру және т.б. Осындай жолмен, профилактикалық шараларды ақаулықтардың бар не жоқ болуына байланыссыз орындайды. Профилактикалық жұмыстар (шаралар) типтік жиынтығына енеді:

- аппаратураның техникалық күйін бақылау;
- параметр баптаулары;
- істен шығуды болжау және оның алдын алу.

Ағымдық техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу жұмыстары профилактикалық қызмет көрсетумен салыстырғанда аппаратураның негізгі функцияларының бірі немесе бірнешеуінің іске асуы бұзылғаннан кейін оны жұмыс қалпына келтіруге арналған және ақауы бар бөлшектерді, блоктарды немесе модульдерді ауыстыру қажет болғандағы әрекеттерді болжайды. Бұл техникалық қызмет көрсету түрін аппаратураны пайдаланудан алғаннан кейін де, сондай-ақ жұмыс орынында да іске асырады. Ірі аппаратура және үлкен материалды шығындарды жөндеу және бөлшектеу үшін жөндеу жұмыстарын дәл осындай сипаттамалары пар резервті аппаратты іске қосу мүмкіндігі болатындай пайдалану орынында іске асыру ұсынылады. Аппаратураның резервтік қоры периодты профилактикадан өтуі, санаулы минуттарда қосылу мүмкіндігі болатындай қалыпты күйде сақталынуы қажет. Техникалық қызмет көрсету екі жөндеу типінен тұрады: ағымдық және қалпына келтіруші.

Ағымдық жөндеуді кепілді мерзім немесе аппаратураны пайдалану мерзімі периодында (жұмыс қабілеттілігінің орнатылған уақыты) іске асырады, *ал қалпына келтіруші жөндеу* – кенеттен істен шығу немесе апаттық жағдай нәтижесінде іске асырады.

РЭА ағымдық жөндеуі уақытында төрт тәсілді пайдаланады:

- алмастыру және кейінгі қалпына келтіру әдісімен жөндеу (агрегатты);
- қалпына келтірілмейтін элементті алмастыру әдісімен жөндеу;
- резервтеу бар жағдайдағы жөндеу;
- ағымдық жөндеуді профилактикалық қызмет көрсетумен алмастыру.

Аппаратураны, торапты, блокты, модульді *алмастыру және кейіннен қалпына келтіру әдісімен* жөндеуді аппаратураның жауапты учаскілерінде бірден өз функцияларын орындауға дайын болу мақсатында, сондай-ақ бөлшекті істен шығу немесе жұмысқа қабілеттілігін уақытша жоғалту кезінде пайдаланылады.

Аппаратураның жұмысқа қабілетсіздік күйі периоды бұл кезде қысқарады, себебі алмастыру туралы шешімді істен шығудың сыртқы белгісі болғанда немесе қолданбалы бақылау аспаптарының көрсеткіштері бойынша қабылдайды. Бұл белгілер – термодатчикпен бақыланатын аппарат температурасының күрт көтерілуі, оқшаулаудың «күйген» иісі, ұшқын шашырау, түтін, сурет және дыбыстың жоғалуы. Бұл жағдайда жаңа қалыпты аппаратты, модульді немесе блокты орнату, ақаулықты іздестіру, бөлшектеу және бас тартқан құрылғыдағы істен шығатын элементті жөндеу неғұрлым жеңіл. Дәл осылай жөндеу уақыты қоректендіру желісін тексеру және оған резервті құрылғыны қосуға апарайды. Резервті қор кепілдікті қызмет көрсету мекемелерінде де болуы қажет, егер жөндеу жұмыстары объективті себептер бойынша көбірек уақытқа созылатын болса. Бұл әдісті пайдалану мақсаттылығы резервті блок, агрегат және тараптардың өзіндік құнының артуы шығындары және даярдықтың артуы нәтижесінде алынатын басымдылыққа тәуелді.

Қалпына келмейтін элементті алмастыру әдісімен жөндеу. Радиоэлектронды аппаратураның қалпына келмейтін элементтеріне резисторлар, конденсаторлар, электровакуумды және жартылай өткізгішті аспаптар, жоғары жиілікті және ЖЖЖ-экрандалған блоктар, икемді плата модульдері, ерекше климаттық шарттарда пайдаланылатын пресстелген блоктар, кинескоптар, СК және плазмалық панельдер. Осы әдісті пайдалану істен шыққан элементті алмастыру және оны іздеу уақытын қысқартуға, біліктілігі орташа қызмет көрсету персоналын пайдалану мүмкіндігіне, жөндеу жұмыстары кезіндегі ақаулықты қысқартуға алып келеді. РЭА шекті өндірушілері өз дайын бұйымдарын кез-келген жөндеу шараларын жеңілдетуге арналған қалпына келмейтін блоктар мен элементтер қорларымен қамтамасыз етуге ұмтылады. Үдеріс тақтада пісірусіз алмастыруды іске асыруға арналған арнайы тіркеуіштер, панельдер, коннекторлар қарастырылған болса жеңілдейді. Модульдік конструкцияларға ауысу орнатылған модульдік конструкцияларды экранға ақауы бар блокты нұсқау және оны алмастыру әдістерін нұсқалған қарапайым және түсінікті ұсыныстарды шығаратын компьютерлік индикация жүйесінің дамуы арқасында өсу тенденциясына ие.

Резервтеу бар жағдайда жөндеу жұмыстарын ақаулығы бар аппаратураны алмастыру әдісімен жөндеу түрі ретінде қарастырады. Істен шыққан аппаратты қоректендіруші көзден өшіреді және пайдалану периодының бүтін периодында

жұмыс және күрделі жөндеу бойынша жұмысты ағымдық және күрделі жоспарына қосады. Оны білікті және арнайы білім алған қызметкерлер іске асырады. Онда бөлімнің жоқ болуы немесе кәсіпорынның экономикалық мақсаттылығының анықталмағандығы кезінде шет мамандандырылған жөндеу жұмыстары ұйымдарымен келісім құрады.

Ағымдық жөндеу жұмыстарын профилактикалық қызмет көрсетуді алмастыру бір типті жабдықтарды көп жылда пайдалану кезінде пайдаланылады. Бұл кезде сәйкес бөлімдермен (ТББ, сапа бөлімі) профилактика жүргізілетін және жүргізілмейтін істен шығу базалары жинақталады, олардың ықтималдықтары мен интенсивтілігі есептелінеді.

Профилактика жүргізілетін істен шығу деп профилактика барысында алдын алуға болатын, белгілі уақытта үлкен ықтималдық үлесімен орындалатын істен шығу алдын ала белгілі болатын істен шығуларды атайды. Бұл уақытта профилактикалық қызмет көрсетуді іске асырғанда істен шыққан элементтер алмастырылады, алмастыру уақытында олар жұмысқа жарамды болған жағдайда да, мысалы, жоғары температуралы және созылмалы пайдалану мерзімі бар құрылғыларда қоректендіру көздерінің электролитті конденсаторларын (3 жылда 1 реттен кем емес) жоспарлы алмастыруды жүзеге асырады.

Профилактика жүргізілмейтін істен шығуға барлық кенеттен болған істен шығуларды жатқызады. Бұл жағдайда жабдықты неғұрлым жетілдірілген және сапалы жабдыққа алмастыру мерзімі туралы шешім қабылдайды. Мұндай алмастырылатын аппаратураға – «жөндеуге жарамсыз» мәртебесін тағайындайды.

Техникалық қызмет көрсету тиімділігін істен шықпайтын жұмыс мерзімін арттыруға әсері бойынша бағаланады. Оның сандық бағалауы үшін техникалық қызмет тиімділік коэффициенті ендіріледі (кейбір көздерде – техникалық пайдалану коэффициенті) K_{Ti} . (13.1)

$$K_{Ti} = \frac{T_{cp}}{T_v} \cdot \frac{t}{\tau}$$

мұндағы T_{cp} — бас тартуға дейінгі атқарылған жұмыстың орта периоды, сағ; T_v — қалпына келу (жөндеу) ұзақтылығы, сағ; t — сөндірілген күйде профилактикалық жұмыстарды іске асыру үшін объектіні іздеп табу уақытының математикалық күтімі (арнайы тәжірибе немесе аппаратураның әрекет етуші пайдалануды іске асыру негізінде тәжірибелік жолмен де, есептік жолмен де анықтауға болады).

Статистика бойынша әрбір бас тарту барысында аппаратураны жөндеу уақыты мәнін алады. Алынған нәтижелерді орташаландырады және математикалық күтімді алады.

РЭА жөндеу әдістерінің әрбірі бөлшектеу, алмастыру, жинақтау және бақылаушы тестілеуден құрылады. Осы уақытқа жөндеу жұмысының жоспарланатын ұзақтылығы құрылатын уақыт осы операцияларға шығындалады. Бұл параметрдің маңыздылығы – ол бойынша сол немесе өзге жөндеу әдісінің мақсаттылығын, оның экономикалық тиімділігін бағалауында. Әрбір операцияға шығындалатын уақытты есепке алу және алынған уақыт қатынатарын ары қарайғы талдау ағымдық жөндеу жұмысы уақытын қысқартудың оңтайлы жолдарын белгілеуге мүмкіндік береді.

Жөндеу жұмыстары уақытын белсенді, әкімшілік және жабдықтаушы деп бөлуге болады.

Жөндеу жұмыстарының белсенді уақыты – ол аппаратурада тікелей іске асырылатын операцияларға жұмсалатын уақыт бөлігі.

Жөндеу жұмыстарының әкімшілік уақыты – ол жөндеу жұмыстарын күту уақыты, құжаттаманы даярлау.

Жөндеу жұмыстарының жабдықтаушы уақыты – материалдарға тапсырыс беру және материалдарды, жабдықтарды, аспаптарды, запас бөлшектер мен құралдарды алумен байланысты әрекеттермен анықталынады.

Жөндеу жұмыстары уақытын үш құраушыға бөлу әкімшілік және жабдықтау қателіктерін, ағымдық жөндеуді ұйымдастыру кезіндегі персонал олқылықтарын айқындауға көмектеседі.

Жөндеу жұмыстарының белсенді уақыты ақаулық диагностикалау және іздеу, бөлшектеу және жинақтау операцияларынан, ақаулықтарды жою, реттеу және электрлік тестілеу уақыттарынан құрылады. Жөндеу жұмыстарының белсенді уақытын оның құраушы бөліктеріне үлестіру заңы ақаулықтарды іздеу және аппаратураны құрастыру әдістеріне тәуелді. Модульдік типтегі аппаратура және жинақтау модульді алмастыру арқылы орындалатын болса, Жөндеу жұмыстарын экспоненциалды үлестіру заңы орын алады. Ол қатысты түрде қарапайым және әділетті заң (мысалы, радиоқабылдауыштар, теледидарлар және басқа тұрмыстық техника заттары). Экспоненциалды заң электронды сандық есептеуіш машиналарды (ЭСЕМ) жөндеу, тестілік бағдарламалар көмегімен орындалатын бас тартуларды іздеу барысында көрініс табады. Оның физикалық мәні келесіде: аппаратураны қалпына келтіру ықтималдылығы уақыт бойынша

артады, егер Жөндеу жұмыстарының ұзақтылығы 5 сағаттан аспаса, ал одан кейін күрт төмендейді.

Алғашқы 5 сағат барысындағы Жөндеу жұмыстарын тиімді деп қабылдауға болады. Ары қарай модульді алмастыру Жөндеу жұмыстары тиімді емес және жұмысты қалпына келтірудің өзге әдістерін пайдалану қажет, резервті аппаратты алмастыру, жөнделетін бұйымды білікті жұмысшыға немесе арнайы ұйымға тапсыру.

13.3. ЖӨНДЕУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Ағымдық жөндеу жұмыстарын орындау барысында бірнеше кезеңді ажыратуға болады:

- 1) бас тартудың сыртқы көрінісі бойынша және оның бағдарламалық тестілеу нәтижелері бойынша анықтау, мысалы, дыбыс және сурет сапасының төмендеуі, күрт бас тартулар, қоректендіруді өшіру және т.б.
- 2) корпусты бөлшектеу, баспа тактасын жөндеу тәртібіне орнату;
- 3) бас тарту сипатын анықтау және өлшеуіш аспаптары мен органолептикалық бақылау құралдары көмегімен іздестіру;
- 4) ақаулықты жою;
- 5) Жөндеу жұмыстарынан кейін аппаратураны тексеру (бақылау нүктелерін сынау және тестілеу);
- 6) Корпусқа жинақтау және Жөндеу жұмыстары;
- 7) Тестілік «тексеру».

Атап өтілген кезеңдер барлық Жөндеу жұмыстары үшін бас тартуды іздестіру әдісіне (автоматты немесе қолмен басқару әдісі) тәуелсіз ортақ, әрбір кезеңге берілетін уақыт ғана өзгереді.

Бас тартқан элементтерді қарапайым іздестіру кезінде және қалпына келмейтін элементті алмастыру және аппаратураны блокты конструкциясы әдісін пайдалану кезінде Жөндеу жұмыстарының кезеңдері бойынша уақыт қатынасы келесідей:

- 1) Визуалды қарап шығу — Жөндеу жұмыстарының ортақ уақытының 5%;
- 2) Бас тарту сипатын анықтау және ақаулығы бар элементті іздестіру — 56 %;
- 3) Ақаулықты жою — 15 %;
- 4) Жинақтау және бөлшектеу операциялары — 3 %;
- 5) Жөндеу жұмыстарынан кейінгі аппаратураны тексеру — 21 %;

Ескерту. Апаратураны жөндеу жұмыстарынан кейін тексеру периоды «жоғалып келе жатқан» ақауды тапқан уақытта артуы мүмкін, ол қандай да бір уақыт аралығы арқылы ретсіз немесе периодты түрде көрініс табады. Жөндеу жұмыстары тәжірибесінде экранда суреттің жинастырылуы, апаратура мен серверді коректендіруді өшіру сияқты ақаулықтардың көрініс табу жағдайлары сирек емес, мысалы, тәулік уақытына байланысты тәуелділікте байланыс тараптарына жүктеменің өзгеруі үздіксіз жұмыстың бірнеше тәулігінен кейін іске асады.

Жөндеу жұмыстарының ұзақтылығы жөнделінетін құрылғының бір немесе екінші түрінен айырмашылық жасауы мүмкін, ол субъективті және объективті себептермен анықталынады. Субъективті себептерге түрлі біліктілі және жұмыс атқарушы персонал тәжірибесі, технологиялық тәртіпті және өнеркәсіптік санитария ережелерін сақтамау, жұмыс орындарын энергомиялық емес ұйымдастыру, психологиялық тұрақсыздық және басқалары жатады. Объективті себептерге тарап конструкцияларының және тұтастыру кемшіліктерін (диагностика құралдары үшін физикалық қолжетімсіздік, бақылау ұяшықтарының жеткіліксіз саны, айқын белгілеулердің жоқтығы), тұрақсыз климаттық шарттар (температураны өзгеруі, қысым, ылғалдылық), өлшеу аспаптарының жеткіліксіз дәлдігі, жинақтаушы бөлшектер мен материалдар заасының жоқтығы.

Жөндеу жұмыстарының тиімділігін арттыру субъективті факторлар мәнін азайтуға немесе оларға басқарушылықтың өндірістік заңдылығын беруіне тәуелді. Жөндеу жұмыстарының өнімділігі келесі міндеттерді шешуде артатыны бекітілген:

- Жөндеу жұмыстарын жүргізуші персоналды үнемі оқыту (жылына бір реттен көп емес);
- Өндіруші-фирмаларда тағылымдардан өту;
- Типтік ақаулықтар бойынша техникалық (сервистік) қызмет көрсету кәсіпорындарында жөндеу жұмыстары технологиялық картасын құру;
- теңшеу және реттеу сервистік режимінің қолжетімділігі мен сипаттамасы;
- диагностикалық және жөндеу жабдықтарының бар болуы және оларды оңтайлы пайдалану;
- запас бөлшектер және материалдардың талап ететін шығындарын сақтау арқылы қойманы толтыру;
- есептік техникалық құжаттаманың ойластырылған жүйесі.

Жөндеу жұмыстарының түрлерін пайдалану шарттарына және оған қойылған талаптарға тәуелді аппаратураның сапасы үшін жауапты конструкторлық бюро анықтайды. РЭА жинақтаушысы толықтай көлемде осы талаптар мен нұсқаулықтарды сақтауы және келісілмеген әрекеттерге жол бермеуі қажет.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Радиоэлектрондық аппаратуға техникалық қызмет көрсету мақсаттары неден тұрады?
2. Қай жағдайда ағымды жөндеуді профилактикалық қызмет көрсетумен алмастырады?
3. Ауыстыру және содан соң қалпына келтіру жөндеуі қорғасалу болуындағы жөндеуден немен ерекшеленеді?
4. «Жөндеуге қабілетсіз» статусы қандай өнімге беріледі?
5. Жөндеудің активті уақыты неден жиналады және неге тәуелді?
6. Техникалық қызмет көрсету тиімділігі коэффициенті қалай бағаланады?

РЕТТЕУ ЖӘНЕ БАПТАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫ

14.1. РЕТТЕУ-БАПТАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ МАҚСАТТАРЫ МЕН МІНДЕТТЕРІ

Жинақтау және жөндеу жұмыстарын және бақылау өлшемдерін орындағаннан кейін аппаратураның баптауы мен реттеуін іске асырады, егер оның параметрлері мен сипаттамалары куәліктік деректерден немесе ТК нұсқалынған мәндерден өзге болса.

Реттеу- баптау операциялары ретінде РЭА параметрлерін қалыпты мәндерге дейін жеткізу бойынша жұмыстар жиынтығын түсінеді. ТК келтірілген ауытқуларды есепке ала отыра, пайдалану мерзімі барысында аппаратураның тиімді қызмет етуі кепілдендіреді. Бұйымды өндіру сатысында реттеу-баптау операциялар түрлі факторлардың (температура, ылғалдылық, қысым, механикалық дірілдеу және жеделдету, соққылар және т.б) әсерін есепке ала отыра РЭА элементтерін монтаждау және даярлаудағы қателіктерді өтейді.

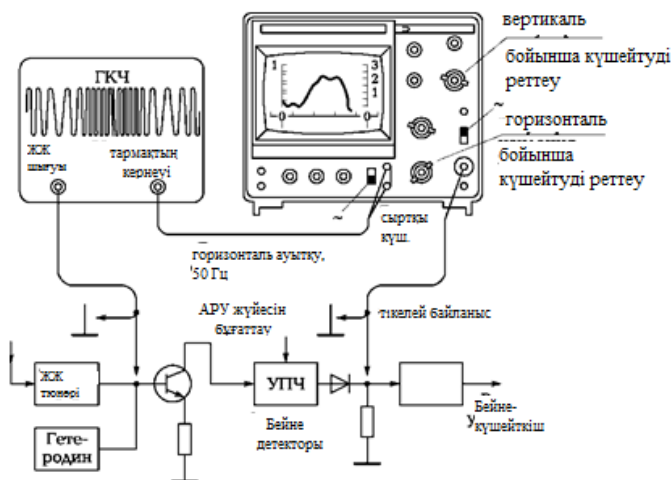
Реттеу-баптау операцияларына резонанстық жүйелерді, сүзгілерді, күшейтуші және генераторлық каскадтарды баптау кіреді. операциондық баптауларды жекелеген модуль және тараптарды айнымалы конденсаторлармен, резисторлармен және индуктивтілік орауыш біліктер көмегімен орындайды. Баптау операциялар көмегімен қуаты мен жиілігі бойынша құрылғылардың түйіндесуін, жүктеме және ауыспалы кедергіні келісімдеу, қоректендіру көзі кернеуі тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Реттеуді күшейткіштің жоғары коэффициенттерін қамтамасыз ету, өтімділік жолағының кеңейуі, импульстік кернеу түрлерін түзету, шуды және күшейткіш және генераторлы.

Пайдалану және зауыттық реттеуді ажыратады. Тәжірибелік өндірісте реттеу үдерісі үлгі сұлбасы мен конструкциясын бөлшекті өзгертуімен аяқталуы мүмкін. Сериялық өндірісте үдерісті қарапайым операциялар қатарына бөледі:

- монтаждан кейінгі жекелеген жинақтаушы бірліктерін алдын ала реттеу;

- реттеу операциялары нәтиже бермеген жағдайда резисторлар, конденсатор және басқа элементтерді алмастыру жолымен параметрлер бойынша сұрыптау. Принципиалды схемада осы операциялар орындалатын элементтерді * (жұлдызша) белгісімен белгілейді.

Сериялық өндірісте реттеуді арнайы (реттеу) стендтеріне технологиялық карта бойынша жүргізеді. Оларда жоғары дәлдікті орнатылған өлшеуіш аспаптары бар. Немесе эталонды үлгіге реттеу бұйымын электрлік көшіру әдісін пайдалануға болады (бақылау нүктелерінде үлгінің өлшеуіш аспаптардағы көрсеткіштеріне сүйемелдену). Көшіру кезінде тестілеу сынақ сигналын жіберу кезінде үлгілік бұйым үшін сипатты кернеу және тораптық нүктелердегі мәнін нұсқайтын кернеу картасын пайдаланады. Сынақ сигналы тұрақты параметрлерге ие болуы және арнайы сигналдардың генераторымен жасақталуы қажет. Тәжірибелік кіші сериялы өндірістерде баптауға жүгінбес бұрын техникалық құжаттаманы меңгереді, элементтер мен жекелеген тораптар арасындағы себеп-салдарлық байланысты орнатады. Себебі тәжірибелік өндірісте реттеу нәтижелері бойынша конструкторлық немесе технологиялық өзгерістер енгізеді, тораптық нүктелерде уақытта параметрлері өзгеріп отыруы мүмкін қолданбады элементтерді орнатуға болады (айнымалы резисторлар мен конденсаторлар және басқалары). Оларды талап етілетін мәндерді алу үшін шығысында баптайды. Баптау элементтері номиналдарының мәні (қорзғалтқыштың орталық орналасуында, төменгі немесе жоғары) оның реттеу торабының кез-келген тәртібінде катастрофалық салдарБаптау элементтері номиналдарының мәні (қорзғалтқыштың орталық орналасуында, төменгі немесе жоғары) оның реттеу торабының кез-келген тәртібінде катастрофалық салдарға алып келмеуі қажет. Оң нәтижеге жеткен уақытта баптау элементін алады және оның орынына тұрақты жұмысты қамтамасыз ететін стационарлы



14.1-сурет. Теледидардың жоғары жиілікті түйіндерін реттеу сұлбалары

Реттеу тиімділігі бұйым конструктивті жеке блоктарға бөлінбесе артады, олардың әрқайсысы негізгі құрылғыдан бөлек алынып теңшелуі және тексерілуі мүмкін, мысалы, ресиверлер (қабылдауыштар) және қоректендіру блоктарын негізгі сұлбадан бөлек баптап алуға болады. Негізгі тақта сұлбасындағы жеке баптауға болатын учаскілерді пунктирлі сызықпен ерекшелейді.

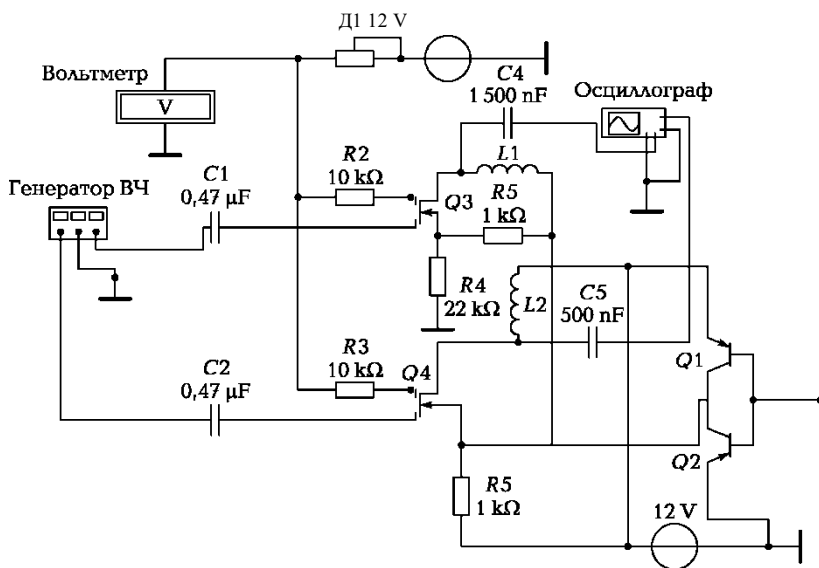
РЭА реттеудің технологиялық үдерісіне бірқатар операциялар кіреді. Бірінші кезекте бұйымды дірілдеу стендінде сілкіді, осындай жолмен бөгде заттардан құтылады және бар қалың емес байланыстарды айқындайды. Ары қарай монтаж дұрыстығын визуалды шолумен тексереді; ол қоректендіру кернеуін берген кезде бұйымның істен шығып кету қауіпіне әкелмеу үшін жинақтаудан кейін міндетті түрде тексерілуі қажет (сызаттар, өткізгіштердің ажырауы, саңылаулар). Реттеу карта-сұлбасы 14.1 суретінде көрсетілген, ол теледидардың ЖЖ-блогын баптау кезінде реттеу жұмыстарын жүргізу үшін қажет.

Тербелмелі жиілік генераторымен транзисторлар базасында модульденген сынақ сигналы құрылады, ал бақылау АЖС өлшемімен қамтамасыз етіледі. Реттеу айнымалы резисторларымен орындалады, ТЖК блоктар, дәлірек айтқанда КАТ және ЖАБ (күшейткішті автоматты реттеу мен жиілікті автоматты баптау).

Реттеу карта-сұлбасын өлшеуіш аспаптардың типін және олардың қосылу нүктесін анықтаушы микросұлбамен бірге кестеге тестілік және шығыс сигналдары параметрлері мен түрлерін нұсқаумен толтырылады.

Реттеу операцияларының картасы 14.2 суретінде көрсетілгендей өлшеуіш аспаптардың қосылу нүктелерін және оған салынған эпюрлармен бейнеленген принципиалды сұлба түрінде көрсетілген.

Бұл сұлба мысал ретінде берілгенін түсіну қажет, әрбір нақты жағдайды жекелей жасақтайды. Реттеу үдерісі құрылғыны жұмыс тәртібінде қосып текстерумен аяқталады. Реттеу операцияларын салыстыру әдісі бірегей технология бойынша даярланған бұйымдардың ірі партиясы үшін тиімді. Бұл жағдайда бұйымдардың бірін эталондық деп таниды және оның жоғары дәлдікті өлшеуіш техника көмегімен баптайды. Реттеу элементтерінің тұрғылары партияның барлық бұйымдары үшін орнатылады, ал деректер – бақылау нүктелерінде үлгілік материалға қатысты нұсқалынады. Салыстыру әдісін өз бетімен реттеуге болатын аяқталған модульдерден тұратын енемес элементтері аз бұйымдарда қолданады.



14.2-сурет. Бақылау-өлшеу аспаптарын қосу сұлбалары

Бұйым үлгілерін баптау түрлі электр тәртіптерінде сұлбаның қызмет ету төзімділігін тексергеннен кейін аяқталды деп есептелінеді. Мысалы, қоректендіру блоктарын түрлі жүктемелерде және желі кернеулерінде шығыс кернеулерінің тұрақтылығын тексереді. Ол уақытта барлық партия үшін пайдаланудың шекті тәртіптерін бекітіп алады.

14.3. РЕТТЕУ-БАПТАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ КРИТЕРИЙЛЕРІ

Реттеу-баптау операцияларының сапалы сипаттамалары (ТБО) болып орнатылған шек бойынша орнатылған параметрлердің қол жеткізген дәлдігі қызмет етеді. Бұл көрсеткішті жеткілікті түрде дәл есептеуге болады. Сол уақытта ол жалғыз критерий болып қызмет етуі мүмкін емес: практикада бақылау нүктелеріндегі кернеу мен токтың дәл қойылған мәндері кепілдік бере алмайды. Сол себепті ТБО сапасын ақырғы бағалаудың фактісі оған берілген функциялардың шегінде құрылғының сенімді және дәл жұмысы болып табылады. Ол мақсатқа қол жеткізу үшін персоналдан жұмыс тәртібі статикалық шарттарындағы элементтердің жұмысын білу ғана емес, сұлбаның басқа учаскілеріне әсерін де қарастыру қабілеті талап етіледі.

Практикада сұлбалардың тұтастыру ерекшеліктеріне тәуелділікте электр тізбектерінің әрекетінің кейбір заңдылықтарын пайдаланады:

- 1) ток тек өткізгіштер немесе жартылай өткізгіш аспаптардың ашық ауысымы бойынша ағады;
- 2) электронды ауысым ауытқуы кезінде қысқаша тұйықталу туындайды;
- 3) тік сызықты токпен конденсатор зарядталады;
- 4) Индуктивтілік оның бойынан тұрақты токтың өтуі кезінде энергияны жинақтайды және оны керісінше тізбекке қайтарады, егер ток ағыны тоқтайтын болса және т.с.с.

Бұл заңдылықтар, қандай да бір дәрежеде реттеу және баптаушы жұмыстарды орындауға көмектеседі.

Конструкциялар бойынша біркелкі сигналдар параметрлерінің шынайы мәндері бойынша каскад конструкциясы бір бірінен айырмашылық жасауы мүмкін.

Сұлбалардың ассиметриясы себебі, былай дегенде, табиғатта бірде бір біркелкі сұлбаның болмауы, бір элементтер сигнал формасына, қоректендіруші кернеу деңгейлері мен токтарына әр түрлі әсер етеді. Ал эксцесс жағдайында (токтың тізбек бойынша секіріс тәрізді және күрт өзгеру шартында) жақсы есептелінген тізбектің сенімділігіне дейін критикалық күйге дейін төмендеуі мүмкін. Ол факторлардың шынайы сұлба жұмысына әсерін азайту, оның температура және кернеу секірістеріне әсерін минимумға келтіру – ТБО сапасы бағаланатын негізгі міндеттердің бірі.

Осыған ұқсас құбылыстарды бейтараптандыру үшін тәжірибелік үлгілерді реттеуді талдау және статистика негізінде тәжірибелік жасақталған және бекітілген қосымша әрекеттерді пайдаланады. ТБО сызықты өзегірлетін параметрлі (потенциометрлер, айнымалы конденсаторлар, индуктивтілікті баптаушылар) элементтердің әсері неғұрлым елеулі болатын орындарға осы элементтерді орнату арқылы іске асырады. Мысалы, резонансты контурлардың негізгі элементі ретінде баптаушы конденсаторды немесе жүрекшелі катушканы қосады. Ол стационар элементтер параметрлерін индивидуалды шашыратуға әсерін бейтараптандыру үшін қажет. Мұндай тұрғы уақыттың ең аз көлемде жоғалтуымен пайдалану шарттарын өзгертуіне жедел әрекет етуге мүмкіндік береді. Және де автоматты бейтараптандырудың неғұрлым тиімді әдісі болып стационар элементтердің параметрлерін өзгерту есебінен теріс құбылыстарды автоматты бейтараптандыру табылады. Дәл осылай мысалға, конденсатордың кедергісі мен айнымалы ток индуктивтілігі жиілікке тәуелді екендігі мәлім. Бір жиілік үшін ол үлкен болады және осы жиілік тоғы әлсірей береді және керісінше. Бұл амал жиілікті тәуелділіктегі тізбектерде пайдаланылады. Осындай жолмен ондағы қажет емес кедергіні басуға болады.

Көпкаскадты сұлба (кіріс күшейткіштер, түрлендіргіштер және басқалары) ассиметрия және эксцесске икемділігіне ие. Қолданылатын реттеулерге карамастан, сұлба тұрақсыз қызмет атқарады, егер каскадты сұлба бойынша қосылған екі транзистор коллекторлық токқа mA бірлігіне ажырама жасайтын болса, дәл сол әсер транзисторлар базасы арасында орнатылған сұлбада диодтың ығысуы кезінде орын алады. Бұл паразиттік құбылыстың алдын алу немесе азайту үшін транзистор, диод және тиристорларды олардың статикалық және динамикалық сипаттамаларын тиянақты қарау және жұмыс тәртібіндегі диапозонда толрап жұмысының тұрақтылығын бақылай отыра жұптарды таңдап салу қажет.

Жоғары айтылғандай реттеу жұмыстарының сапасына өзара әрекеттесуші тізбектер әсер келтіреді, оның ішіндегі параметрлер өзгерісі басқа элементтердің жұмыс істеу қалпына әсер етеді. Мысалы, индуктивтілік катушкалары бір біріне жақын орналасқан уақытта өз магнитті өрісімен көршілес тізбектердің жұмыс тәртіптерін өзгертіп жібереді. Ол құбылысты азайту үшін бірнеше танымал амалдарды атқарады:

- магниттік өрісті катушканы металл қорапқа салу арқылы экрандайды;

- катушка жүрекшесін және оның ішкі бөліктерін реттеу компаундысымен толтырады;

- бір реттеу жүрекшесі бар көп секциялы катушкаларды ендіреді.

Кез-келген реттеу-баптау жұмыстарының соңғы операциясы бұйымның барлық тораптарын толықтай тексеріп шығу. Кей-кездері оң нәтижеге жету мақсатында оны көп ретті орындау қажет болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Технологиялық циклдің қандай операциялары реттеу-баптау операцияларынан тұрады?
2. Электрлік көшірме әдісінің мәні неде?
3. Электр тізбегінше электрондық құрам бөліктерді жүргізудің қарапайым шаблондарына мысал келтіріңіз.
4. Реактивті элементтердің көршілес тізбектерге тигізетін паразиттік әсерімен күресу әдістерін атаңыз.
5. Жиілікті-тәуелді тізбектерді баптау кезінде қандай тәсілдер қолданылады?

ЭЛЕКТРЛІК АҚАУЛЫҚТЫ ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ТҮРЛЕРІ

15.1. ЭЛЕКТРЛІК АҚАУЛЫҚТЫ ЖІКТЕУ БЕЛГІЛЕРІ

Электрлік ақаулықтар – толықтай бас тарту немесе пайдалану қасиеттерін жоғалту түріндегі электронды құрылғының қызме етуіне әсер ететеін электр сұлбалары мен құраушы бөліктердің дефектілері. Ақаулықтар коректендіру кернеуін беру кезінде көрініс табады. Ақаулық сипатына сай оның іздестіру әдісін таңдайды.

Оларды келесі белгілері бойынша жіктейді:

- коректендіру ақаулықатыр (желі, адаптер, орнатылған кернеу көзі) ;
- Сымды және сымсыз байланыс желілеріндегі ақпаратты жіберу және қабылдау ақаулықтары, спутникті және эфирлік хабарландыру;
- Модулішілік ақаулықтар, жекелеген радиоэлементтердің істен шығуына байланысты (ақау, қысқаша тұйықталу, аққыштық, қызу, ескіру);
- Кенеттен орын алған бас тарту ақаулары – тұрақты және қысқа мерзімді.

Түрлі сипатты белгілері бойынша ақаулықтарды жіктеуді жеткiлiктi түрде шартты деп санауға болады, себебi iстен шығулар анық шекаралы болмайды, бiр ақаулық бiрнеше түрде бiлiнуi мүмкiн. Ақаулықтар өздерiн анық көрсете алады және арнайы аспаптарды қолданбастан табылуы мүмкiн. Бұл кезде ол қарапайым мөндермен анықталынады, мысалы «қосылмайды», «суретi шықпайды», «дыбыс шықпайды» және т.с.с.

Ақаулықтар бола алады:

- *Тұрақты емес* (уақыт сайын пайда болады, анық себептерсіз);
- *термотәуелділікті*, қызу барысында пайда болып қайта жоғалатын;
- *күрт пайда болатын*, механикалық немесе өзге әрекеттерден пайда болатын;
- уақыт өткеннен кейін *өздігінен жойылатын*.

Ақаулықтың пайда болу факті бойынша кездейсоқ және детерминизмді (алдын алуға болатын) деп ажыратылады. Детерминизмделген ақаулықтар байланысты:

- Жылу тәртіптерін есептеудегі конструкцияның қателігі (салқындату құралдарының аздығы), сенімділігі аз радиоэлементті орнатумен, байланыс қосылыстарының жоғары емес сенімділігімен;
- РЭА даярлау кезіндегі технологиялық тәртіптің бұзылуымен және дәнекерлеудің температуралық тәртібінің қирауымен, сапасыз материалдарды пайдаланумен, монтаждау зақымдары және басқаларымен;
- Пайдалану шарттарының өзгеруімен: РЭА ішіне ылғалдың түсуі, шаң, жәндік, бөгде заттар, механикалық зақымдануды шақыртатын әрекеттер салдарынан;
- РЭА жөндеу жұмыстары талпыныстары кезінде біліксіз кедергі келтіру, басқа типті элементтерді алмастыру, дефектілі пассивті элементтерді орнату және басқалары.
- ақаулықтың әрбір түрі өзіндік ерекшеліктерге ие және пайда болу спецификасына ие, ол оны іздестіру кезінде үлкен мәнге ие.

Жартылай өткізгішті аспаптардың бас тартуын (ЖӨА) олардың сыртқы бейнесіне қарай қысқаша тұйықталу, үзілу және радиоэлементтер параметрінің қалпына келмейтін өзгерістеріне жіктейді. Алғашқы екі типтер «апаттыққа» жатады, ал соңғысы «деградациялық». Қысқаша тұйықталудың негізгі механизмі болып жартылай өткізгішті құрылымдарда жылу электрлік ақауды атайды, олар үш сатыда көрініс табады:

- туннельді немесе көшкінді ақау – кері қайтарымды ақаулық, аппаратураның уақытша бас тартуына алып келеді; ішкі немесе сыртқы себептерге көшу арқасында тоқты күрт арттыру (аспапты осындай тәртіпте біраз уақыт пайдалану электрлік сұлбалар құраушы бөліктерінің катастрофалық бас тартуларына алып келеді (КБТ));

- олар арқылы электр тогымен өтетін қатты жергілікті қызу есебінен КБТ қайтымсыз трансформациясы, ол жартылай өткізгішті элементтердің құрылымдарын балқыту және олардың қабаттарының арасында өткізуші каналдың пайда болуы сияқты көрініс табады, ал пассивті элементтердің ішінде (резисторлар мен индуктивтілік катушкалары) ішкі байланыстырушы өткізгішті үзуге алып келеді.

Жартылай өткізгішті аспаптар сипаттамаларының тұрақсыздығы мен бас тартуы негізгі себептері болып істен ең жиі шығатын элементтер – генерация және электр зарядтарын кристалл бетіне басқарусыз орналастыру. Ол беткі аққыштыққа алып келеді. Бұл үдеріс ауысым (аққыштық) кедергілерін кемітумен қатар жүреді және қандай да бір уақыт өткеннен кейін ақаулық пайда болады. Өтімділік каналдарының кристалдың беткі қабаты бойынша сыртқы пайда болуы мен каналдардың туындауы біртіндеп пайда болады және биполяр транзисторларда күшейту коэффициентінің өзгеруіне, электрлік беріктіктің кемуіне, токты беру коэффициентіне және транзисторлардың кіріс кедергісіне алып келеді. Ақаулықтарды іздестіру кезінде электр сұлбаларының типіне, құраушы бөліктердің конструкциясы мен тұтастырылуына, зерттелінетін сұлба әрекеті принципі мен тағайындалуына бейінделеді.

Мұндай көзқарас бойынша барлық радиоэлектронды құрылғыларды келесі топтарға жіктеуге болады:

1) радиоқабылдаушы құрылғылар (қабылдауыштар, бейнебайланыс аспаптары, мобильді құрылғылар қабылдаушы трактілері, тюнерлер);

2) радиожіберуші құрылғылар (радиолокациялық арнайы тағайындалуы бар құрылғылар, сандық және жер асты хабарлау құрылғылары);

3) радиотеледидарлы аппаратура, өнеркәсіптік және тұрмыстық тағайындалуы бар (теледидарлар, мониторлар, музыкалды центрлер, DVD- ойнауыштар);

4) жазушы және ойнатушы аппаратура (бейне магнитофондар, DVD-рекордерлер);

5) электроникамен басқарылатын өнеркәсіптік және тұрмыстық тағайындалуы бар электромеханикалық құралдар;

6) үйлестірілген құрылғылар (тоңазтқыштар, микротолқынды пештер, кір жуғыш машиналары);

7) бейнебақылау және индикация құрылғылары (бейнекамералар, бейнерегистраторлар, плазмалық және СК экрандар);

8) сымды және сымсыз байланыс құралдары (стационар телефондар, факстер, мобильді құрылғылар).

Осы үдеріске бірмәнділікті беру үшін біртүрлі құрылғылардың әрбір тобы бойынша ақаулықтар кестесін құрады, кернеу карталары және осциллограмм сигналдарының базасын құрады. Оларды бас тартудың қайталамдылығы мен жиілігі тұрғысынан талдау жасайды. Осы негізде құраушы бөлшектердің запасын қалыптастыру туралы шешім қабылдайды. Мұндай тұрғы жөндеу жұмыстары мен қалыпна келтіру шығындарын азайта алады.

15.1 кестесінде ақаулықтардың негізгі түрлерінің және функционалды тораптардың ішіндегі сыртқы көріністерінің негізгі түрлерінің жиынтығы көрсетілген.

15.1-кесте. Электрлі бұзылу түрлері және туындауы

Функционалдық түйін	Ақаулықтың сыртқы түрі	Бақылау және тексеру нысандары
Қоректендіру блогы (ҚБ) немесе құрастырылған қоректендіру көзі	Сендірілмейді	сақтандырғыштар, шығыс транзистор, блок ШИМ аскару контроллері және оның байламы
	Жұмыс тәртібіне өтпейді	Негізгі сұлбада қысқа тұйықталу, басқару блогынан іске қосу дабылының болмауы
	Периодты сөнуі	ҚБ шығыс транзисторында ағып кету
	Шығуындағы кернеу төмендетілген	ҚБ ШИМ контроллері, Туынды түзегіштер тізбегінде тұйықталу
	Шығуында кернеу ұлғайтылған	Кері байланыс тізбегінің үзілуі, оптожұптың бұзылуы
Микропроцессорлық басқару түйіні	Қоректендіру блогы жұмыс тіртібіне өтпейді	Орталық процессор, пульттен басқару жүйесі немесе алдыңғы панель батырмасы
	Дистанциондық басқару мәселелері	Дистанциондық басқару пульті, дистанциондық басқару қабылдағышы, орталық процессор
	Басқару батырмаларына реакция жасамау	Батырма матрицасы, орталық процессор
Атқарушы механизмдер мен құрылғылар (қозғалтқыш, реле, индикатор, динамиктер)	Механизмнің іске қосылу даусы жоқ (қозғалтқыш білігінің айналуы, реле сыртылы)	Құрылғыны басқару микросұлбасы (контроллер, драйвер), механизмдердің механикалық сынуы, орталық процессор

Функционалдық түйін	Ақаулықтың сыртқы түрі	Бақылау және тексеру нысандары
Атқарушы механизмдер мен құрылғылар (қозғалтқыш, реле, индикатор, динамиктер)	Автоматты реттеу қателері және басқарылмау	Контроллер және механизмде драйверлері, жад микросұлбалары, жылдамдықты басқару және жылжуды бақылау сұлбасы, кері байланыс сұлбалары
	Жекекомандалар мен қызметтерді орындамау	Атқарушы құрылғылардың механикалық және электрлік бөлігі
Кіріс және шығыс күшейткіш каскадтар	Бейненің, дыбыстың, шығатын дабылдың бұрмалануы	Кіріс сүзгілері, тюнерлер. Аяқталған күшейткіштер және олардың тарамы, плазмалық және СК-панельде пиксельдерді басқару драйвері, бейне мен дыбыстың арнайы процессорлары
	Бейненің, дыбыстың және дабылдың болмауы	Түрлендіру құрылғыларының механикалық және электрлік бөліктері (панель, кинескоп, динамик, антенна). Шығыс күшейткіштер, датчиктермен кері байланыс сұлбалары (оптожұптар, Холл датчигі және т.б.), тюнерлер. бейне мен дыбыстың арнайы процессорлары

15.1 кестесінде берілген ақаулықтардың орын алуымен, жаңа құрылғылар мен құраушылардың соңғы кездері пайда болуына байланысты ақаулықтардың мүмкін болатын бүтін спектрлары жоққа шықпайды.

Заманауи электронды құрылғыларда басқару орталық процессорға беріледі, ол механикалық сынудан басқа радиоэлектронды аппаратураның барлық тораптарына дерлік ақаулықты іздестірудің бастапқы және соңғы объектісі болып

Іздестіру ұзақтылығы конструкцияның конструктивті ерекшеліктерін персоналдың біліуіне, сұлбалық шешімдеріне және элементтер сұлбасына кіретін істен шығулар интенсивтілігіне тәуелді. Ең кеңінен таралған элементтердің ішінен (істен шығу интенсивтілігінің кемуі бойынша) сақтандырғыштар, резистор-сақтандырғыштар істен жиі шығатындығы белгілі, ары қарай өрістік және биполярлық транзисторлар, стабилитрондар, тиристорлар, электролитті конденсаторлар, индуктивтілік диодтары және катушкалары, керамикалық конденсаторлар. Ең сенімді элемент – резистор. Сол немесе өзге элементтермен байланысты пайда болатын ақаулықтардың санын қысқартып элементтер арасындағы ақаулықтарды іздестіруді біршама қысқартуға болады. Осылай, осындай ақаулықтар арасында шығыстар арасында қысқаша тұйықталу сияқты ақаулықтар тіптен ешқашан кездеспейді. Бәрінен жиі электрлік сұлба элементтерінің істен шығу себептері кездеседі және олардың (%) қатынастары ары қарай берілген.

Электрондық элементтер типі бойынша

<i>Элемент типі</i>	<i>Ақаулықтар түрі, олардың пайыздық қатынасы</i>
Резистор	үзілу — 89 % кедергінің ұлғаюы — 10 % басқа — 1 %
Конденсатор	Қоршау арасында қысқа тұйықталу — 50 % Сыйымдылықтың жоғалуы — 50 %
Индуктивті элементтер (катушка, дроссель, трансформатор)	Үзілу — 20 % Қысқа тұйықталған орам — 80 %
Диод	Қысқа тұйықталу — 90 % өткізгіштің ішкі үзілуі — 10 %
Биполярлы транзистор	Электрод арасында қысқа тұйықталу (эмиттер және коллектор) — 80 % Электродтардың ішкі үзілуі — 20 %

Полярлы транзистор	Ағын және бастама арасында қысқа тұйықталу— 70 % Электрод арасында ағу (бекітпе және бастама) — 20 % Электродтардың ішкі үзілуі — 10 %
Интегралды микросұлба (интегралды күшейткіштер, операциялық күшейткіштер, мультиплексор, дешифратор және т.б.)	Қоректендіру шинасы бойынша қысқа тұйықталу — 50 % Шығыс электрод арасында қысқа тұйықталу— 30 % басқа — 20 % Қоректендіру шинасы бойынша қысқа тұйықталу— 40 % RESET жұмысы бұзылуы— 20 % Ырғақты генератор жұмысы бұзылуы— 30 % басқа— 10 %
Орталық процессор, микропроцессор және микро ЭВМ	
Жад микросұлбасы	Қоректендіру шинасы бойынша қысқа тұйықталу— 30 % Қоректендіру шинасы кернеуінің азаюы— 40 % Ақпараттық шинасы кернеуінің азаюы— 30 %

Элементтік базаны даярлау сапасы және пайдаланылатын конструктивті материалдар келтірілген ақаулықтардың қатынасын біршама қысқартуы мүмкін. Бұған трасисторлар мен интегралды микросұлбалар әсіресе сезімтал. Сондай-ақ тантал конденсаторының техникалық сипаттамаларының алюминийге қарағанда біршама алда екендігі, әсіресе жоғары температурада қабықшалы резисторлар үзіктермен азырақ зақымдалатындығы, экрандалған ораушы сымдары бар дроссельдер қысқатұйықталушы орамдарға азырақ икемді екендігі туралы факті әлі де даусыз болып отыр.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Сұлбалардың ақаулықтары РЭА элементтерінің тоқтап қалуынан немен ерекшеленеді?
2. Электрлік сұлбаларда қандай тоқтап қалу түрлері кездеседі?
3. Электрлік сұлбаларда жылу электрлік тесік қалай білінеді?
4. РЭА элементтерінің тоқтап қалуы қарқындылығы материалдар мен құрылымға және электрондық құрам бөліктерге тәуелді ме?

АҚАУЛЫҚТАР ДИАГНОСТИКАСЫ ЖӘНЕ ІЗДЕУ ҮДЕРІСІ

16.1. ДИАГНОСТИКА РӨЛІ ЖӘНЕ МӘНІ

Жөндеу жұмыстары операцияларының сапасына және олардың орындалуы уақытына үлкен әсерді ақаулықты торап немесе бөлшекті сауатты және уақытылы анықтау әсер етеді. Бұл үдеріс өз бойынша диагностиканы және ақаулықтарды іздестіруді қамтиды.

Диагностика — ол аппаратура немесе сұлбаның жекелеген құраушы бөліктерінің жөндеу жұмыстарына дейінгі және одан кейінгі күйін орындайтын функциялары шегінде дұрыс қызмет ету пәніне бағалау жасау. Диагностикуаны өлшеуіш аспаптарды пайдаланып және пайдаланбай визуалды көріністердің негізінде орындайды. РЭА монтаж жасаушысының кез-келген әрекеті жинақталған немесе монтаждалатын құрылғының дұрыс қызмет етуін анықтау бойынша жұмыстарын диагностика деп атауға болады. Диагностика негізінде бұйымның зақымдалғандық дәрежесі, оның жөндеуге жарамдылығы, қалпына келтіруші жөндеу жұмыстарының бастамасы туралы шешім қабылдауға болады. Диагностика – аппаратты неғұрлым тереғ зерттеу жолындағы саты ғана. Ол жұмысшының тәжірибесіне, оның зерттелінетін құрылғыны білуіне және ақаулықтың көрініс табу формасына байланысты бағдарланады. Диагностика нәтижелері тиянақты түрде тексерілуі қажет.

Диагностиканы орындау кезінде ақаулықтың пайда болуының сыртқы белгілеріне келеді, олар пайдаланылатын құралдардың әрекет ету тәртібі мен жиынтығын анықтайды. Дәл осылай бұйым қосылмайтын болса (15.1 кестесін қара) ақаулық сұлбаның қоректенуі мәселесімен байланысты деген болжам жасайды. Бұл кездегі диагностикалық операциялардың құрамына сыртқы желіні розеткадан аспапқа дейінгі қосылуын тексереді (кернеудің бар болуын тексеру, кабельдерді қарап шығу, шнурлардың сыртқы зақымдалуына қарау және т.с.с.

Аппаратураны қосу кезіндегі қатты шу оның құрамында қозғалтқыштардың болуы кезінде механикалық бөліктердегі және онымен байланысты бөліктерде ақаулықтың барын көрсетеді. Сауатты іске асырылған диагностика модульге деген дәлділікте ақаулық орынын анықтауға мүмкіндік береді. Ол аппаратураның көп блокты конструкциясы кезінде әсіресе маңызды. Ол кеңістікте таралған және тек бір басқару тізбюегімен байланысқан аспаптардан тұрады. Тізбек – сымсыз немесе сыммен. Диагностиканы корпусты ашқанға дейін іске асырады, сол себепті электронды диагностиканың бағдарламалық құралдарын, тестілік бағдарлама мен кестелер (компьютер мен монитор үшін қолданылатын), байланыс тораптарын пайдаланады.

16.2. АҚАУЛЫҚТЫ ІЗДЕУ ӘДІСТЕРІ МЕН ТӘСІЛДЕРІ

Ақаулықтарды іздестіруді сигналдар мен функцияларды аяқталған циклі бар функционалды бөліктерге бөлуден бастайды. Бұл жағдайда іздестіру технологиясы жарамсыз функционалды бөлігін анықтауға алып келеді және осындай жолмен қалғанын есептен алады. Одан кейін іздестіруді істен шыққан торап ішінде жалғастырады. Осы тұрғыдан электронды бұйымды бес функционалды тораптарға бөлуге болады: қоректендіру көзі, басқарудың микропроцессорлық сұлбасы, атқарушы құрылғылардың және механизмдердің блогы, кіріс және шығыс күшейткіш каскадтар. Жарамсыз блокты сонымен қатар өндірушілердің нұсқаулықтарын басшылыққа ала отыра сыртқы белгілері бойынша анықтайды (15.1 кестесін қара).

Ақаулықты немесе ақаулығы бар элементті іздестіру жөндеу жұмыстары ұзақтылығының елеулі бөлігін алады. 16.1 кестесінде аппаратура типі бойынша тораптық операцияларды орындаудың жуық уақыт есебі сервистік кәсіпорындардың статикалық деректеріне байланысты берілген.

Осы уақытты қысқару бойынша шараларға бірінші кезекте диагностиканың есептеуіш құралдарын жетілдіру және ендіруді, субъективті факторлардың әсерін қысқарту жатады. Заманауи радиоэлектронды құрылғыларда барлық басқармалар сандық шина бойынша орындалады. Ондағы басты түйін орталық процессор (микроЭЕМ).

16.1-кесте. Ақаулықты іздеуге шамамен уақыт бөлу

Жұмыс мысалы	Аппаратура типі		
	Радио қабылдағыштар	Радио таратқыштар	Жазу және түрлендіру аппараттары
Орташа жөндеу ұзақтығы, сағ	3,75	5,8	4,62
Ақаулықты іздеудің орташа ұзақтығы, сағ	2,64	3,81	2,81
Демонтаждау және монтаждау операциялары, сағ	0,3	0,8	0,5
Жөндеуден кейін аппаратураны тексеру, сағ	0,5	0,7	0,6
Ақаулықты іздеу үшін аспаптар мен құралдарды дайындаудың орташа ұзақтығы, сағ	0,31	0,49	0,71
Ақаулықты іздеуге шығындалатын жөндеу уақытының үлесі, %	70	65,5	60,8

Перифериялық құрылғыларды бейне және аудионы қосу, жазба, баспа және сканерлеу, жылжымалы объектілерді іздестіру және тінту, қоңырау шалу не қабылдау немесе мәтіндік хабарламаларды жіберу, қозғалтқыштардың айналуы және центрифугалар және кейбір өзге аппараттарды басқару контроллерлермен орындалады. Ол процессордың еркін командаларын аналогты сигналға ауыстырады. Бұның бәрі бір шинаның барлық байланысқан бөлшектері бойынша тексеру үдерісін іске асыру: процессордан нақты құрылғыға дейін, бұйымды конструкторлау кезінде жасақталған орнатылған тестілеу бағдарламалық құралдары көмегімен. Әдетте сыртқы бағдарламалатанын тұрақты жады құрылғысын (ТЖҚ) бейнелейтін құрылғы жадына немесе флеш-жадыға микросұлбаға зауыттық орнатылымдарды жазады – аппаратураның онтайлы жұмыс тәртіптерін белгілейтін константалар сақтаулы бағдарлама. Орталық процессор «нұсқауы» бойынша ол сандық шина бойымен контроллергүе келіп түседі, олар басқару микросұлбаларын есепке алып орындаушы құрылғылар үшін арналған басқару сигналдарын

туындатады (бейне және сурет күшейткіштері, мәтіндік және кардлық ашылу сұлбалары, бекіту жүйелері және т.б). тұрақтыларды өзгертуге болады, жадыны қайта бағдарламалау тәртібі қосылу уақытында ТЖҚ жадына жаңа мәндер енгізу арқылы. Алайда бұл жұмысқа білікті емес тұлғалардың араласуы РЕЭ толықтай бас тартуына алып келуі мүмкін.

Ескіру нәтижесінде, температура әсері және созылмалды пайдалану мен ылғалдылық параметрлері радиоэлементтерде өзгереді, орындалатын функцияның сапасы аппаратураның толықтай бас тартуына алып келетіндей өзгереді және өлшеуіш жбадық, бөлшектеу және монтаждау элементтерін және т.б. пайдаланылатын жедел қатысу талап етіледі. Компьютерлік диагностика жұмыс істейтін аппараттарда, бұл құбылыстан алшақ болуға болады, ол кезде сервистік тәртіп – ТЖҚ бағдарламалау тәртібінің электронды тораптары мен элементтерінің жұмыс тәртібін өзгерту арқылы. Сервистік тәртіпке ену кодталған және тек жөндеу жұмыстарының сертификацияланған ұйымдарына беріледі. Әдетте ол бірнеше батырмаларды басу комбинациясынан тұрады. Аппарат моделін ауыстыруымен сервистік тәртіпке кіру кодын да алмастырады. Мысал ретінде 16.2 кестені алсақ теледидардың сервистік тәртібі арқылы қол жетімді реттеу параметрлерінің тізімі берілген. ағылшын аббревиатурасы, сервистік мануалдағыдай жазылған (қызмет көрсету бойынша нұсқаулық).

16.2-кесте. Телидидар қабылдағышын сервистік реттеу

Параметр	Өлшеу диапазоны/ мазмұны	Бастапқы орнату мәні
NOISE ADJ (шуды реттеу)	0 — 63	32
VCOADJ(АЦП қалыпты жұмыс істеуі үшін кернеумен басқарылатын генераторды реттеу)	0 — 63	32
AUDIO ATT (дыбысты бәсеңдету)	0—127	73
DLTIMEADJ(дұрыс түс түрлендіруді қамтамасыз ететін жарқындық пен түстілік сигналы арасындағы кідіріс уақытын реттеу)	0 — 7	«4» (PAL, режимTV/VIDEO); «2» (SECAM, режимTV); «5» (NTSC 3,58; NTSC 4,43, режим VIDEO)

Параметр	Өлшеу диапазоны/ мазмұны	Бастапқы орнату мәні
DRIVER («қызыл» түс сигналының ауытқуы R)	0 — 63	32
DRIVEB («көк» түс сигналының ауытқуы B)	0 — 63	32
CUTOFFR (тілу R), қызыл түс тазалығын қамтамасыз етеді	0 — 255	128
CUTOFFG (тілу G), жасыл түс тазалығын қамтамасыз етеді	0—255	128
CUTOFFB (тілу B), көк түс тазалығын қамтамасыз етеді	0—255	128
H-CENTER (горизонталь бойынша орталықтандыру)	0—15	«2» 50 Гц үшін, «7» 60 Гц желі үшін
AFC GAIN (APY реттеу)	NORMAL/HIGH	HIGH (APY терең реттеу)
DOUBLETRAP (жарқындыл ық арнасында бөгетті басу үшін қос режекторлық сүзгі)	SINGLE/DOUBLE	SINGLE (бір сүзгі)
TRAPFINEADJ (режекторлық сүзгіні дәл реттеу)	HIGH/LOW	HIGH (сүзгіні дәл баптау)

Автоматты реттеу жүйесінің өзіндік кемшіліктері бар. Қоректендіру көзінің өшуі, кернеу секірістері кезінде жады микросұлбасында жазылған ақпарат зақымдалуы немесе өшіп қалуы мүмкін. Бұл кездегі шешім – зауыттық баптауды толықтай қалпына келтіру, ағылшынша *firmware* (фирмалық тауар) батырмасын программаторда орындау.

Одан басқа теңдешу диапазоны орталық процессордың есептеуіш мүмкіндіктерімен шектеулі. Бұл толықтай бас тарту жағдайында тиімсіз. Қолданылатын құралдарға тәуелсіз бас тартқан элементті анықтау үдерісі екі сатылы: элементтерді тексеру кезектілігін анықтау және тексеру операциясын жүргізу әдістемесін таңдау.

Тексеру кезектілігін және әдістемені таңдау РЭА немесе оның бөлшегіне байланысты. Бас тарту пайда болған бөліктің тексерілуі аппаратураның техникалық ерекшеліктерін және тексеру еңбексыйысдылығы туралы ақпараттың ерекшеліктеріне байланысты өзгере алады. Бірінші сатыда тексеру кезектілігі технологиясын жасақтайды, оны техникалық әдебиетте «ақаулықты іздестіру алгоритмін құру» деп атайды. Аппаратура жасақтаушылары сервистік мануалдарда типтік және жиі кездесетін ақаулықтарды іздестірудің амалдарын келтіреді. Типтік алгоритмдерді (сурет 16.1) тәжірибелік үлгілерді жасақтау сатысында құрады, оларды болжалынатын іздестіру бағыттары ғана нұсқалынады.

Алгоритмді құру үшін:

- құрылғының принципиалды сұлбасын құрады;
- нәтижелерді бекіту бақылаушы нүктелерін меңгереді;
- тестіленетін құрылғыларда бас тарту статистикасын зерттейді;

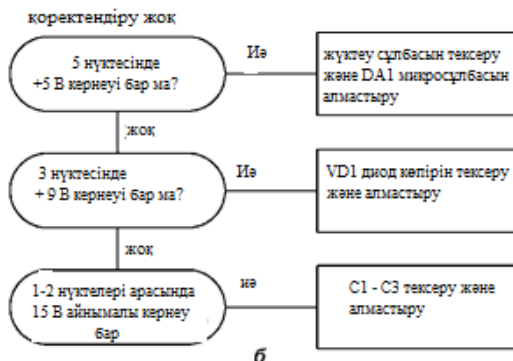
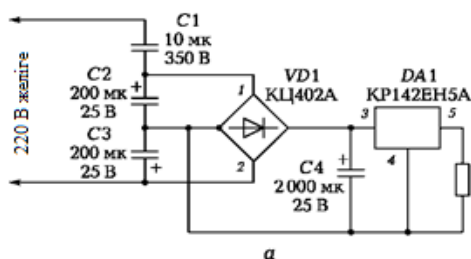
- орнатылған тәртіпте кернеу мәндерін нұсқауымен бақылау нүктелерін белгілеуден тұратын кернеу картасын құрады;

- сигналдардың әрекетін байқау қажет жерде осциллограммаларды нұсқайды;

Ақаулықтарды іздестіру алгоритмін бас тартулардың күрделі жағдайларында құру мақсатты. Бас тартулардың іздестірудің басқа әдістері күрделі алгоритмдерді құрмастан және картасыз уақыттың азырақ шығынын талап етеді, олар ақаулықты күрделілік деңгейлеріне сай үлестіруге негізделген. Күрделіліктің артуы тәртібінде бұл деңгейлер келесідей ұсынылуы мүмкін:

- корпусы ашпастан электронды диагностика;
- визуалды ішкі шолу;
- сұлбаны электрлік тексеру;
- сұлбаны жасырын электрлік дефектілерге тексеру.

1 деңгейде орнатылған микропроцессорлы жүйе экранға (матрицалық дисплей) ақаулық кодын шығарады және арнайы құжаттамала жүргізілетін кесте бойынша бас тартқан блок немесе торапты табады. Егер диагностика бағдарламасы баптауларға өзгерістерді енгізуге жол берсе, қателік корпусы ашпастан орындалады.



16.1-сурет. Трансформаторсыз коректендіру көзі сұлбасы (а)жәнеоның бұзылуын іздеу алгоритмі (б)

2 деңгейде корпусты ашады, бөлшек, элемент, жалғағыштарды физикалық зақымдану, қарайлану, дәнекерлеуіштің зақымдалынуы және өткізгіштердің қабаттануына қарап шығады;

3 деңгейде бөлшектеуден кейін модуль корпусын тестілеу тәртібіне салады және бақылаушы нүктелерде тақтала нұсқалынған және одан кейін әрбір элементте параметрлерін бақылау жүргізеді.

4 деңгей ең күрделі.

Ол іздестірудің қандай да бір дайын үлгілерінсіз, техникалық құжаттамада жазылмаған және жұмысшылардың жоғары біліктілігін, сұлба жұмысының тереңдетілген білімін және үлкен тәжірибені талап етеді.

Блоктың орындау кезінде электр сұлбасының үшінші деңгейінде екі іздестіру технологиясы пайдаланылуы мүмкін. Бірінші жағдайда тексеріс істен шығушы модельді анықтауға алып келеді. Оның жұмыс тәртіптерін бір микросұлба орындайды. Осындай сұлбаның кірісіне тестілік сигнал жібереді және оның параметрлерін шығыста тексереді.

Егер сигнал жоқ болса, микросұлба жарамсыз және оны алмастыру қажет. Бұл кезде байланыстыру элементтерінің әсерін де ескермеу қажет. Бұл әдісте ең күрделісі электронды басқару жүйелеріндегі бас тартуларды анықтау ең күрделі болып табылады. Оның ядросы болып сандық құрылғылар – микропроцессорлар, арнайы процессорлар және жады микросұлбалары пайдаланылады. Олар өз арасында және атқарушы құрылғылармен интерфейс арқылы жалғанған.

РЭА басымдылықты деректерді бір сым бойынша (дуплексті байланыс) тікелей және кері берілісіне береді, осы арқылы олардың бір біріне әсері бірмаша болады. Бұл жағдайда бір бірімен сандық және аналогты байланысқан технологияны қабылдаған жөн, ол жерде ақаулықтарды анықтау терең ақпараттық техникалық құжаттаманың қолдауында, электр сұлбаларын талдауды, элементтер арасындағы логикалық және физикалық байланыстарды анықтауға негізделген. Сандық құрылғыларды тексеру үшін параметрлерді және бақылау нүктелеріндегі параметрлерді бағалау үшін пайдаланылатын арнайы өлшеуіш техниканы пайдаланады. Тәжірибенің тазалығы үшін сандық құрылғылар тексеру барысында басқа элементтерден айырмашылық жасайды. Қоректендіру автономды (қоректендіру көзінен жеке) болуы қажет.

Таңдалынған әдістемеге байланыссыз бір әмбебап ереже бар – бас тартқан элементке біртіндеп таяу әдіспен іздестіру жүргізу. Практикада ол алдымен тәуелділік тобының барлық элементтерін тексеріп шығу (неғұрлым әлсіз және бас тартуға дейінгі жұмыс істеу уақыты аз), одан кейін ақаулық анықталмаса күдікті тораптың басқа элементтеріне көшу. Тексерілген және жарамды элементті сұлбаның басқа бөлшектерінен жекелейді (ол толықтай бөлшектеу немесе жартылай болуы мүмкін – байланыстырушы элементтерді физикалық ажыратады немесе «тұйықтайды»), егер бұл уақытта сұлбаның бір жартысы қалпына келетін болса, жөнделген элемент жарамды деп танылады.

Элементтің істен шығуы үш күйде көрініс табуы мүмкін:

- 1) электр тізбегінің үзілуіне немесе қысқаша тұйықталуға алып келетін толықтай бас тарту;
- 2) параметрлердің қалыпты күйден артық асуы кезіндегі бөлшекті бас тарту (сыймдылықты жоғалтау, жоғары шулары және т.б.), бұл кезде элемент жартылай жұмыс істейді және белгілі бір шарттарда, мысалы, еріксіз суыту кезінде өз қызметтерін орындауға қабілетті.

3) бұл күйдегі элемент жартылай жарамды деп есептелінеді, алайда оның іс әрекеті пайдалану шарттарына тәуелді, мысалы ЭЕМ процессорын қатты қыздыруы үлкен жүктемеде оның толықтай тоқтауына алып келеді.

Түйін: ақаулықтарды іздестіру бірінші кезекте логика және дәл есептеу заңдарына, электромагнитті теорияның базалық заңдарына тәуелді; жарамсыздық көзі бір емес бірнешеу болуы мүмкін, мысалы, қоректендірілуі бойынша бір бірімен байланысқан бірнеше элементтер, гальваникалық немесе электромагниттік; РЭА элементтерінің күйлері мен шығыс параметрлерінің арасындағы тәуелділік біртекті сипатта емес.

16.3. ЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАДА АҚАУЛЫҚТЫ ІЗДЕУДІҢ ТӘЖІРИБЕЛІК МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ШЕШУ ЖОЛДАРЫ

Ақауы бар элементті іздестіру алдында техникалық құжаттама (типтік ақаулықтар) бойынша туындаған ақаулықтарды мониторингілейді, Интернетте және өндірушілердің форумдарында. Алайда көпшілік ақаулықтар өздерін әркелкі көрсеткенімен, оларды іздестірудің жалпы принциптері кездеседі. Оларды барлығына дерлік жағдайда пайдалануға болады:

- Сұлбаның электрлік қоректендірілуін талдаудан бастап, кабель, шнур және өткізгіштерді, сақтандырғыш және қоректендіруші желіден бастау қажет.
- Принципиалды сұлба бойынша іздестірудің теориялық жолын құру, өлшеуіш құралдарды таңдау және өлшеудің бақылау нүктелерін белгілеу.

Осы екі принципиалды әрекеттерді орындау кезектілігі ақаулықтарды анықтаудың 90 % *жуық нәтижеге алып келеді, қалған 10%-ы* қабылданған шаралардың нәтижесінде жарамсыздықтың іздестіру алгоритмінде нұсқалынған барлық элементтер жарамды сияқты алайда жұмысқа қабілетсіз болған жағдайларға жатады. Өзін жақсы жағынан көрсете алған аулықты анықтаудың жалғыз механизмі - ақаулықты бағдарламалық үлгілеу және тексеру. Ол үшін PSpice, MicroCap, Multisim және т.б конструкторлау бағдарламаларын пайдаланады. Егер ақаулық жасырын болса, онда бұл бағдарламалар өлшемді виртуалды аспаптармен сұлбаның кез-келген нүктесінде іске асыруға мүмкіндік бередіс.

Сыртқы белгілер (ұшқын, түтін, оқшаулау иісі) бойынша анықталынатын апат жағдайында күдікті элементті жылдам қоректендіру көзінен ажыратады және ары қарайғы іздестіруді тек сұлбаны талдау және визуалды қарап шығу арқылы орындайды; өлшемдерді тек тестермен үзіктерге және қысқаша тұйықталуға тексереді. Жиі кенеттен болған сұлбаның бас тартуы температуралық тәртіптің бұзылуына байланысты. Бұл ауқалықты аспаптармен анықтау мүмкін емес. Бұл кезде екі түрлі шешім бар. Кезекті қызып келе жатқан элементтерге жағатын арнайы салқындатушы гельді пайдаланады (транзисторлар, микросұлбалар), егер осындай «салқындатудан» кейін сұлба жұмысқа қабілетті болса, онда ол жарамсыз элементке нұсқау болып табылады. Екінші амалы – жылу үдерістерін IceBoard және «ТриАНА» бағдарламарында үлгілеу.

Күрделі ақаулықты іздеудің неғұрлым тиімді әдісі – тепловизорды пайдалану, оның экранында қызыл түспен температурасы артқан сұлба бөлшектері көрініп тұрады. Бұл амал элементтің қызып кетуінен болған бас тартуды анықтауға мүмкіндік береді.

Жұмыс істемейтін сұлбаның иллюзиясын артық жүктеме, мысалы, жүктеменің үзілуі немесе қысқаша тұйықталу, транзисторлы жүктемедегі сұйықтың ағуы, сүзгілеуші конденсатордың кебуі және т.с.с. сигналдың бұрмалануына, кей уақытта толықтай сұлбаның бас тартуының алдын алуға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда сигналдарды тұтынушылардың кезекті өшіреді және үнемі шығыстағы сигнал формаларын бақылап отырады. Ерекшелікті құрылғының параметрлерін бақылаушы кері байланыс тізбектері құрады. Осылай, қоректендірудің импульсті көздеріндегі шығыс кернеулердің тұрақтылығы кері байланыс кернеуіне байланысты. Ол оптобу арқылы ШИМ контроллеріне жоғары кернеудің екінші тізбегінен түседі. Осы тізбекте ақаулық болуы мүмкін деген күдік болған жағдайда, ақаулықты іздестіруді эквивалентті жүктемемен іске асырған дұрыс.

Ақаулықтарды сандық тізбектерде іздеу ерекшеліктері туралы айтылып өтті. Тәжірибеде сандық тізбектерде бас тартуларды іздестіру үшін алгоритмдер құрылмайды. Бірінші кезекте схемда орталық процессорды анықтайды (микроЭЕМ – микроконтроллер).

Сұлбасыз және техникалық құжаттаманың жоқ болғанындағы жөндеу жұмыстары жағдайында оны тактада жазулар бойынша анықтауға болады: процессордың қарапайым белгіленуі — CPU немесе μ -PROC. Одан басқа, орталық процессорға әрқашан ТЖҚ сыртқы жад микросұлбасы қосылған, процессор қоректендірілуі тікелей, +5В кернеумен іске асырылады.

Процессор бірегейлігін орнатқаннан кейін оның шығысындағы қоректендіру кернеуін V_{cc} (V_{dd}) анықтайды, ол +5В мәніне ие болуы қажет (немесе конструкциямен қарастырылған мән). Егер бұл кернеу жоқ болса, қоректендіру кернеуін беру шинасы бойынша байламын (конденсатор мен резистор) тексереді, қоректендіру блогы («кезекшілік» тәртібі) тексеріледі және тек одан кейін ғана процессордың істен шыққандығы туралы түйін жасайды. Барлығынан жиі қоректендіру кернеуі қалыпты екендігі шығады, әйтпесе аппарат мүлдем іске қосылмайды, сол себепті келесі саты RESET байланысындағы кернеуді тексеру. Баптауларды жою сұлбасы жұмысына жетік кіріспей, осы шығыстағы кернеудің мәні қоректендіру кернеуіне тең болу керектігі анық. Онда кернеу логикалық нөлге сәйкес болуы қажет, тек олд инверсті болмауы керек. Егер RESET байланысымен бәрі қалыпты болса, осциллограф көмегімен тактілік генератор сигналының бар болуын тексереді, ол қоректендіру кернеуінің іске қосылғаннан кейін бірден жұмысын бастайды. Мұндай генератордың шығыстары X1, X2, немесе OSC1 және OSC2 белгілеріне ие. Процессор жарамдылығын орнату үшін соңғы тексеріс болып басқарылатын контроллер және жадысы бар интерфейс шиналарында кернеуді бақылау болып табылады. Бұл шиналарда кернеу процессордың қоректену кернеуіне тең болуы қажет. Бұл кезде кернеу төмен болатын болса, онда бір түйін — процессор іске жарамсыз, басқа жағдайда интерфейске қосылатын микросұлбалардың бірі жарамсыз.

Ерекше жағдайларда элементтің немесе сұлба бөлшегінің жарамдылығын орнату бойынша қосымша практикалық әдістердің бірнешеуі бар, оның қатарына аралық өлшем, сырттай шолу, алмастыру және салыстыру жатады.

Аралық өлшемдерді алу әдісі аппаратура сұлбасы мен элементтер параметрлерін өлшеу және оны номиналдармен салыстыруды болжайды. Өлшелінетін параметрлермен сәйкес номиналға сай болған жағдайда элемент жарамды деп танылады.

Сыртқы шолу әдісі – сұлба элементтері мен монтажды қарап шығу. Сыртқы шолу арқылы элементтердің сыртқы бейнесінің өзгерісі, оның қызып кетуі, ағу, ұшқындау, күю және т.с.с өзгерістер бақыланады. Соңғы қорытындыны жарамсыз элементті алмастырғаннан кейін жұмыс қабілеттілігі қалпына келген жағдайда жасайды.

Алмастыру әдісін жүргізілген өлшемдер негізінде сұлбаны талдау жеке элементке нұсқайды, бұл жерде бас тарту белгілері көрініс таппайды. Бұл элемент (блок, модуль) жарамды аналогымен алмастырылады. Егер алмастырудан кейін қалыпты жұмыс белгілері пайда болатын болса, алмастырылған элементтің жарамсыздығы туралы түйін келтіреді. Бұл әдіс, тасымалдауғы элементтер болып блок және модуль болса тиімді.

Тәжірибедегі ең ыңғайлы және неғұрлым кеңінен таралған, 100% нәтиже беретін әдіс – ол салыстыру әдісі. Салыстыру объектісі ретінде сол тип және модельді жарамды аппарат таңдалынады. Екі аппаратты да жұмыс тәртібіне қосады және бір бақылау нүктелерінде салыстырмалы өлшеу жүргізеді. Көрсеткіштердегі айырмашылықтар сол немесе өзге модуль, торап немесе элементтің жарамсыздығына нұсқайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Диагностика РЭА-ны жөндеу кезінде орындалатын басқа операциялардан немен ерекшеленеді?
2. Егер аппаратурада сервистік тәртіп қарастырылса, электрондық диагностика қалай жүргізіледі?
3. Цифрлық тізбекте бұзылуды іздеу тәсілін сипаттаңыз.
4. Қоректендіру блоктарында бұзылуды іздеу кезінде қандай реттілікті ұстану керек?
5. Бұзылуды айқындаудың қандай тәсілі 100%-дық дерлік нәтиже береді?

ЖЕКЕ РЭА ТҮРЛЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРЕТІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ МОДЕРНИЗАЦИЯЛАУ

17.1. РЭА ҚАЛПЫНА КЕЛТІРЕТІН ЖӨНДЕУ МАҚСАТЫ, МІНДЕТТЕРІ ЖӘНЕ ӘДІСТЕМЕСІ

Жоғарыда айтылып өткендей, жөндеу жұмыстары – РЭА жарамсыз элементтерін алмастыру немесе сынақтар арқылы сапасын тексеруден кейін баспа тақталарын, блоктарды, тораптарды қалпына келтіру бойынша жұмыстар кешені.

Тағайындалуы бойынша тораптардың және блоктардың қалпына келтіруші жөндеу жұмыстарын және аппаратураны модернизациялауды ажыратады.

Қалпына келтіруші жөндеу жұмыстарын жекелеген тораптарын және бүтіндей құрылғы конструкциясын өзгертпестен іске асырады. Жабдықтың техникалық сипаттамалары өзгеріссіз қалады. Орындалатын жұмыс көлемі мен құрамы бойынша қалпына келтіруші жөндеу күрделі және ағымдық деп бөлінеді.

Күрделі *жөндеу* жұмыстары ұзақ уақыт бойы, үздіксіз пайдаланылатын, бір т апсырманы орындау үшін электрлік немесе механикалық байланысқан көп мақсатты тағайындамасы бар электронды аппаратура үшін сипатты. Күрделі жөндеу жұмыстары кезінде аппаратура толықтай шашу тексеру, алмастыру немесе оның кез-келген бөлшектерін қалпына келтірумен қатар орындалады. Жеке құраушы бөліктерді жөндеу туралы шешім диагностика негізінде қабылданады. Мұндай жөндеу кезінде жабдық ресурсының толықтай қалпына келуіне қол жеткізеді.

Күрделі жөндеу алдын ала сенімділік параметрлеріне және бас тарту және істен шығуларға тәуелсіз қызмет ету ұзақтылығына байланысты жоспарлайды.

Ағымдық жөндеу жұмыстарына аппаратураның жұмысқа жарамдылық қалпына келтіру үшін атқарылатын шараларды жатқызады. оған аппаратураның жеклеген бөлшектерін алмастыру мен қалпына келтіру , мысалы, апат нәтижесінде немесе пайдалану барысында істен шыққан жабдықтар жатады. Бұл жөндеу жұмыстары істен шығу фактісінің пайда болу фактісіне байланысты іске асырылады, қалыпты қызмет етуші бөлшектерді, бөліктер және элементтерді жөндемейді. Ағымдық жөндеу жұмыстары монтаждау және жинақтау операциялары үшін сипатты – ақауды жөндеу немесе сериялық өндіріс сатысындағы конструкторлық қателіктерді жою және тәжірибелік бюұйым үлгілерін өңдеу барысындағы шаралар сияқты. Ағымдық жөндеу жұмыстарының себебі – бас тарту немесе апаттық жағдайлар.

РЭА жаңашаландыру кезінде жекелеген тараптарды және элементтерді алмастыруды конструктивті орындауды өзгертпестен іске асырады. Бұл кезде кейбір тараптар мен элементтер аппаратураның техникалық сипаттамаларын жақсартушы, неғұрлым жетілдірілген бөлшектермен алмастырылады. Модернизацияны шет өндірушілерден келіп түскен және жалпы жабдықтың жұмысқа қабілеттілігі мен сенімділігін арттыра алатын физикалық ажыратылатын үйлесімді тораптардан (аналогтардан) немесе модульдерден тұратын құрылғыларда пайдаланады. Модернизация бойынша шешімді қабылдау басымдылығыен сенімділікті арттыру жағына береді. Модернизация есептеуіш техникада кеңінен қолданыс тапқан, ол жерде түрлі өндірушелермен үйлесімділік сақталынады, модульдер мен тораптарды орнату қарапайымдылығы сақталынады, пісірусіз және баптау бойынша арнайы білімді талапт етпейді.

Белгілі тауар маркасы бекітілген дайын өнімдерді Ағымдық қалпына келтіруші жөндеу жұмыстары (нәлінде фирма, модель, партияны даярлау жылы, кәсіпорын базасында тікреу нөмірі) келесі түрлерге ажыратылады:

Сату алдындағы жөндеу жұмыстары – ақаулық тасымалдау және жүктеу-тиеу жұмыстары барысында туындаған жағдайда орындалады. Бұл жағдайда элементтердің істен шығуына сілкіу, шаң, радиация және т.б әсер етеді. Кепілдікті жөндеу жұмыстары – өндіруші өнімнің апатсыз жұмыс істейді деп белгілеген уақыты барысында істен шығу немесе сапасын жоғалту орын алғанда тұтынушы үшін тегін іске асырылады. Кепілдіктен кейінгі жөндеу жұмыстары – сервистік қызмет көрсету кәсіпорынымен орындалады және бұйымды пайдаланудың бүтін периодына сертификацияланған кәсіпорынмен орындалады. Істен шыққан элементтердің жектізіп салу мен орнатуын *тұтынушы* есебінен кәсіпорын іске асырады.

Жөндеу жұмысының түрі жөндеу жұмысы сапасында көрініс таппауы қажет.

Қалпына келтіру немесе жаңашаландыру жұмыстарын көшпес бұрын оның мақсаттылығына көз жеткізу қажет. РЭА жөндеу аппаратура моральді ескірген болса (модельді ауыстыру орын алды) және ол үшін запас бөлшекті шығармайтын болса, ал оларды кондицонды аналогтарына алмастыру конструкциясын жасқатауға қосымша уақытты, баптауды және реттеуді талап етсе немесе ол физикалық ескірген (пайдалану мерзімі істен шыққан) болса және онда бөлшектердің бүтін топтарының каскадты істен шығумен, оқшаулаушы материалдар сипаттамаларының төмендеуі, пісірудің ескіруі, оксидті конденсаторлардың кебуі және т.б. сүйемелденетін материалдың ескіру үдерістері көрініс таба бастаса ақтамлауы мүмкін. Сондай-ақ жөндеу жұмыстарын қалпына келмейтін механикалық зақымдар, күйік, сынықтар мен жарықтар баспа такталарында, өткізгіштердің ауқымды қабатталынуы, байланыс аландарын қирату, сондай-ақ баспа тактасының қалпына келмейтін қирауы және 6 тарауда сипатталған жағдайлардан өзге корпусстар мен радиоэлементтердің көпшілігі қалпына келмейтіндей қирауы кезінде жүргізбейді. Егер бұл жағдайда жөндеу жұмысын жүргізу турады шешім қабылдайтын болсақ, бірінші ретте қауіпсіздік бойынша әрекеттер қатарын іске асырады, тіптен кез-келген әрекеттер қоректендіру көзін толықтай өшірумен атқарылады.

Орнатылған қоректендіру көзі бар бұйымдарын Жөндеу жұмыстарын бастау алдында сүзгі конденсаторларын және қалодық кернеудің жиналған көздерін зарядтан алады, мысалы, кинескоптардың екінші анодтары, қоректендіру блоктары конденсаторы. Электронды модульдердің көпшілігі статикалық электр көзімен ойықталуға критикалық транзисторлар мен диодттарда құрылғаннан кейін, электрлік тарапқа қолжетімділік алдында денеден металл корпусын жанап статикалық зарядты алуға болады. Статикалық электр көзін алатын қолға киілетін алқаны киіп ғана тексеру бойынша жұмыстарды орындайды. Қосылатын сұлбада өлшемдерді іске асыру үшін оны міндетті түрде шешу қажет. Монтаждық, жөндеу және баптау жұмыстары жүргізілетін бөлмелерде еден, шкаф, жұмыс орындары статикалық электр көзі болмауы қажет [15], жұмыс кеңістігін периодты түрде суландыру және шаңды тазалау қажет.

Жөндеу жұмыстарын жүргізу барысында шығыс каскадына жүктеменің қосылу дұрыстығын тексереді. Жүктеме үзілуі немесе түйінделмеуі қажет. Жүктеменің жоқтығы шығыс белсенді элементте шашырау қуатының артуын тудырады немесе түсірілетін сипаттамалардың бейнесін бұрмалайды. Жүктеме қоректендіру кернеуін бермес бұрын қосылып тұруы қажет. Ауыспалы үдерістердің қиратушы әрекеті күшіне байланысты қоректендіруді қосу мен өшіруі арасындағы уақыт күтімі 30 секундтан аспауы қажет. Ақаулығы бар немесе жөндеу жұмыстарынан кейінгі бұйымды желіге қосуды кірістегі реттелінетін ажыратушы трансформатор арқылы орындайды. Бұл амал элементтердің күйін бақылау және апаттық жағдайдың туындауы барысында уақытылы шараларды қабылдау мүмкіндігі бар кернеуді біртіндеп беріп отыруды қамтамасыз етеді. Егер қоректендіру кернеуін біртіндеп арттыру кезінде кейбір элементтер спецификалық иіспен қызи бастайтын болса бұйымды қоректендіру көзінен ажыратады және тізбектің жұмысқа жарамдылығын кернеусіз тексереді.

Одан басқа, бұйымды ажыратушы трансформатор арқылы іске қосу монтажникті кездейсоқ электрлік тізбекті жанап кетуден қорғанысын қамтамасыз етеді. Жөнделген бұйымды қосқаннан кейін коммутацияның барлық элементтері мен жалғағыштар дұрыс қосылғандығына, ал кабельдер үзіктерсіз екендігіне көз жеткізеді және байланысты қамтамасыз етеді.

Ол кезде қолданылатын жөндеу операцияларын орындау әдістері мен тәсілдері, бақылау құралдары және аспаптар жиынтықтары бұйымның тағайымдамасына, оның конструктивті ерекшеліктеріне тәуелді. Ақаулықтарды іздестіру жағдайындағы сияқты ұқсас мәселелері, функционалды және конструктивті үйлесімдікке ие бұйымдардың қандай да бір жіктелуін іске асыру мақсатты. Мұндай көріністер деректер қоймасын құруға, өлшеуіш техниканың жеткілікті және спецификалық құралдары жиынтығын зейіндеуге, құраушы бөліктер, инструменттерді және аспаптар запасын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұл жіктеу диагностика жүргізу кезіндегі жіктеуден айырмашылық етежі, жөндеу жұмыстары кезінде құраушы бөлшектер мен материалдардың, монтаж жабдықтары запасының бар болуын есепке алу қажет. РЭА қалпына келтіру жөндеу жұмыстарының объектілері:

- қоректендіру блоктары, күштік және импульстік;
- радиосигналдардың және сигнал датчиктерін қабылдау және өңдеу тізбектері;
- электронды басқару жүйесі, оның ішінде, сымсыз және қашықтықты;
- күшейткіштер және контроллерлердің шығыс тізбектері.

Әдетте, жөндеу немесе қалпына келтіру жұмыстарын іске асыру кезінде және әсіресе жаңашаландыру кезінде операцияларды бірден орындауды талап етуші технологиялық карталарды құрмайды, себебі кейбір жағдайлар жөндеудің бірегей емес әдістерін талап етуі мүмкін. Сол уақытта жылдар бойы жинақталған практикалық тәжірибе келесі әрекеттер қатарын орнатуға мүмкіндік береді:

- корпус, модуль, тарап және баспа тақталарын бөлшектеу;
- шаң мен кірден тазалау;
- өлшеуіш құралдарды іріктеу мен қосу;
- ақаулықты блокты, тарапты немесе элементті анықтау;
- ақаулығы бар элементті бөлшектеу;
- алмастырылатын бөлшекті пісірумен немесе өзге электрлік және жаңа орнатылған бөлшектерді механикалық байланыстыру;
- алынған тіркестер мен элементтерді жинақтаудан кейін сапасын бақылау;
- жөнделген бұйымдарды қоректендіру желісіне қосу, параметрлерді кезекті электрлік бақылау және ортақ тестілеу;
- баптау мен жөндеу жұмыстарын іске асыру;
- электрлік тексеріс.

РЭА жөндеу жұмыстарының технологиясы нақты аспап типіне тіреледі және арнайы техникалық әдебиетте және өндірушілердің сервистік мануаларында жетік бейнеленген [15]. Сапалы іске асырылған диагностика, жинақтау бөлшектері мен запас бөлшектерін іріктеу, жинақтау және бөлшектеу операциялары – РЭА жөндеу жұмыстарының негізгі құраушы бөліктері. Элементтердің жинақтау және бөлшектеу техникасы [16] жетік ашылып жазылған. Алмастыруға арналған элементтерді іріктеуді 3 тарауда жазылған ұсыныстарға сәйкес орындайды.

17.2. ЖӨНДЕЛЕТІН РЭА БӨЛШЕКТЕРІН, ҚҰРЫЛЫСДАРЫН ДЕМОНТАЖДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Дайын өнімді негізгі платаның, монтаждalған элементтерінің механикалық зақымдануын болдырмау және климаттық әсерден, шаңнн, кірден және ылғалдан қорғау үшін корпуспен (кожухпен) жабады, ішкі модульдер мен платалардың бекітілуін тексереді. Корпус сонымен қатар кернеу астында болатын электр сұлбасына санкциясыз кіруден, ең алдымен балалар мен электр тогының зақымдауынан пайда болатын қауіпті түсінбейтен тұлғалардан сақтайды. Соған қарамастан барлық РЭА жөндеу түрлері баспа платасында, ал оны диагностикалауда сонымен бірге – кернеу қосылып тұрғанда жұмыс істеуді қарастырады.



Сонымен қатар корпус аппаратураға тауарлық түр береді, оның зақымдануы сыртқы түрін жарамсыздық деп тануға алып келеді. Осыған орайарнайы нұсқаулықтар мен бюллетеньдерді шығарып, құрылымдық құжатта корпусты және басқа механикалық түйіндерді демонтаждау операцияларына ерекше көңіл бөледі. Әрбір осындай операцияға өзінің құралдар мен саймандар жинағы сәйкес келеді.

РЭА корпусы әдетте екі жартыдан тұрады – алдыңғы (фронтальды) және артқы (кері) бөліктері. Олар саморездармен немесе ерекше басты бұрандаларен бекітіледі, олардың кілттері өндіруші сертификатталған орталықтармен жабдықтайды. Қорғау және қосымша бекіту үшін жасырын ілмектер қолданылады, олар екі жартының бір-біріне дәл бірігуін қамтамасыз етеді. Оларды «ашу» үшін арнайы саймандар – корпус экстракторлары қолданылады (17.1-сурет).

Экстрактордың жіңішке бөлігін корпустың жартылары арасына бір шетінен бастап кіргізіп, екінші шетіне қарай жылжыта отырып ашады. Тауарлық түрді жоғалтпау үшін обұрауыш және монтаждау пышақтарын қолдануға тыйым салынады. Корпусты ашқан соң өнімді жөндеу күйіне орнатады, ол үшін көптеген түйінде демонтажалу керек, олар диагностика мен жөндеу жүргізу үшін кедергі келтірмеу керек. Демонтаждау кезінде кері құрастыру операциясын еңілдету үшін жанасатын түйіндер мен жалғастырғыштарға көңіл бөліп, орындалатын операциялар ретін жазып алады. Өзара түйісетін модульдер мен түйіндер, кабельдер мен ширатпаларды келесі ережелер бойынша нөмірлейді: бірінші символ – модуль атыен сәйке келетін әріп, содан соң жалғастырғыштың қабылдағыш бөлігінің нөмірі және дефис арқылы сәйкес модульге қатысты жауапты әріп және қабылдайтын бөлігіне сәйке келетін цифр. Жалғастырғышты нөмірлеу мысалы 17.2-суретте келтірілген, онда $X1$ — қабылдағыш бөлігі, $X2$ —

XI

тізбек	←
ОП	1
Қарқынды	2
қызыл	3
жасыл	4
көк	5
Қарқынды	6
Қарқынды	7
Горизонталь	8
Вертикаль	9

X2

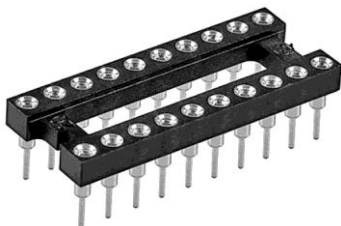
→	тізбек	тізбек
1	ОП	ОП
2	Қарқынды	Қарқынды
3	қызыл	қызыл
4	жасыл	жасыл
5	көк	көк
6	Қарқынды	Қарқынды
7	Қарқынды	Қарқынды
8	Горизонталь	Горизонталь
9	Вертикаль	Вертикаль

17.2-сурет. Жалғағыш түйсіктерін белгілеу мысалы

Бөлшектелген өнімнің блоктары мен модульдеріг диагностика және жөндеу үшін сұлба элементтеріне қауіпсіз жету мүмкіндігі болатын жөндеу күйіне орнатады. Мысалы, қоректендіргіш блок модульдерін «ыстық» (тоқ кернеуі әрекеті тізбегінде) және «суық» (туынды тұрақты кернеу тізбектер) сұлба бөліктерін өлшеу кезінде сұлбаға қолмен, дене мүшелерімен, киіммен кездейсоқ тиіп кетуін болдырмайтындай орнатылу керек.

Кернеуді толық алып тастап орындалатын жөндеу кезінде қоректендіргіш кернеуін кездейсоқ берілуінен қорғауды қамтамасыз етеді, ол үшін сақтандырғыштарды алып тастап, желіден сөндірген соң жоғары потенциалды ұстап тұратын тізбектерді ажыратады (сүзгі конденаторлар).

Радиожиілікті тізбектерді жөндеу кезінде сүзгілерді және контурларды бір бірінен және сұлбаның басқа элементтеріне метал фольгамен экрандайды, экрандарды жерге тұйықтайды. Электрондық басқару құрылғыларын статикалық электр әсерінен және жүргізілген зарядтардан,әсіресе қоректендіргіш кернеуін түсіргенде, ола кез келген жүргізілген кернеуге сезімтал болғанда (ашық транзисторлар ағыны, кірме кілттер және ішкі генераторлар) қорғайды. Ол үшін корпусы бөлшектеуден кейін сыртқа шығарылған өткізгішті метал затқа (пинцент, біз) түйістіру керек.



17.3. Микросұлбаларды орнатуға арналған панель

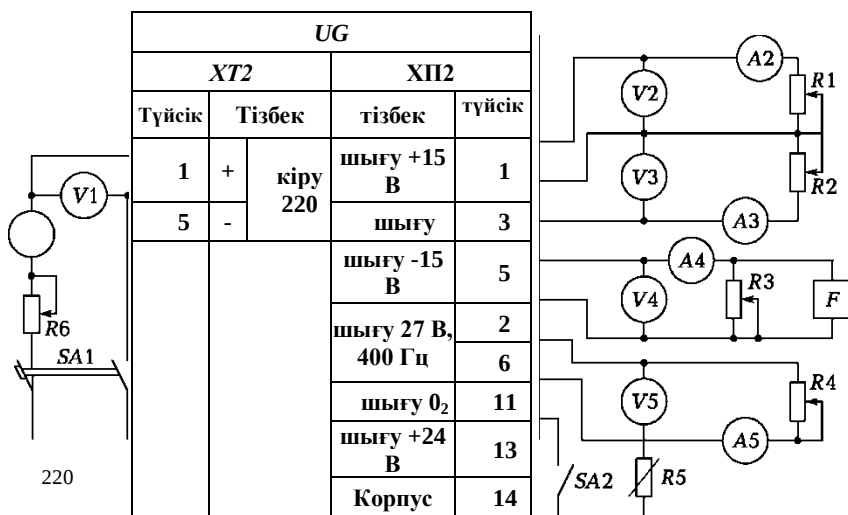
Шығарылатын тізбектер (күш құрылғылары) арнайы қорғау құралдарын қажет етпейді. Корпусты ашқан соң ішкі бөлшектерді шаңсорғыш немесе щетка көмегімен құрғақ тазалайды, бөлшектерді қышқыл бар сұйықтықтармен тазалауға тыйым салынған. Жеке бөлшектерді – радиаторларды, трансформаторларды, жалғағыштардың пластмасса бөлшектерін тек демонтаждаудан кейін спиртті қоспалармен немесе бензинмен тазалау рұқсат етіледі.

Құрылғыны демонтаждаудан кейін, оны жөндеу күйін орнатқан соң және тазалаудан кейін негізгі диагностикалық операцияларын элементтің ақаулықтарын айқындау үшін жүргізеді (16 тарауды қараңыз). Жоғары температураға және статикалық электрленуге сезімтал немесе бағдарламалағышта бағдарламалауды қажет ететін алмастырылатын жад және процессор микросұлбаларын монтаждау үшін платағ микросұлбалардың өзін емес, панельдерді («сокет», 17.3-сурет) дәнекерлейді, оларлы орнату және шығарып алу арнайы көтергіштермен-экстракторлармен жүргізіледі.

17.3. ЖӨНДЕУДЕН KEЙІН РЭА ТЕКСЕРУ ЖӘНЕ БАПТАУ ӘДІСТЕРІ

Егер диагностик кезінде элементтің бұзылуын анықтау жеткілікті болса және барлық қиындық оны тиімді айқында жолдарынан тұрса, ал жөндеуден кейін жұмыс қабілеттілігін бақылау кезінде жалпы жөнделген өнімнің параметрлері дәлдігі мен тұрақтылығын есепке алады.

Жеке элементтер мен модульдерді алмастыру кері әсерге алып келуі мүмкін – кейбір параметрлерінің, әсіресе жоғары жиілікті және жүктеме сипаттамаларының төмендеуіне, шу және бұрмалану түзілуге алып келеді. Бұл құбылыстарды дайын өнімде болдырмау үшін шынайы пайдалану жағдайында тестілеу және сынау жүргізіледі. Мысалы, жөнделген қоректендіру блоктарын қалыпты және критикалық пайдалану жағдайында тексеру кезінде электрондық жүктемені қолданады, оның бір нұсқасы 17.4-суретте көрсетілген. Ол 250 Вт дейін қоректендіру блогы қуатына және 2 А дейін токқа есептелген. Оның артықшылығы жүктеменің кең диапазоны болып табылады (0,2 Ом-нан 0,1 МОм дейін). Жүктеме құрылымы бір мезгілде барлық тізбектерді жұмыс тәртібінде жүктеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар ең қауіпті жіне қысқа тұйықталу салдаоын айқындай отырып шекті мәндерінде жүктеуге мүмкіндік береді Жүктемені дәл реостаттық баптау барлық түйін нүктелерінде дабылдарды өлшеуге мүмкіндік береді, ол диагностикала кезінде қажетті осциллограмма мен кернеу карталарын құруға мүмкіндік береді.



17.4-сурет. Қоректендіру блоктарын тексеруге арналған электрондық жүктеме:

SA1 — автоматты ажыратқыш АП-50 2МТ, 2,5 А; R1, R2 — РСП реостаттары, $R_{\text{НОМ}} = 30 \text{ Ом}$, $I_{\text{НОМ}} = 4 \text{ А}$; R3, R4 — РСП реостаты, $R_{\text{НОМ}} = 190 \text{ Ом}$, $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$; R5 — кедергі дүкені R33; R6 — РСП реостаты, $R_{\text{НОМ}} = 70 \text{ Ом}$, $I_{\text{НОМ}} = 2,6 \text{ А}$; A1—A5 — амперметр Э526, 2,5 — 5 А; V1 — вольтметр Э533, 75—600 В; V2 — V5 — құрама аспап Ц4317; F — жиілік өлшегіш ЧЗ-32; SA2 — ажыратып қосқыш

Компьютерлердің қоректендіру блогын (ҚБ) және үзіліссіз қоректендіру көзін (ИБП) жөндеу үшін АЕЛ-8320 типті немесе шығуында 0—80 В кернеумен, 0-30 А токпен жұмыс істейтін және 400 В-А дейін қуат тұтынатын, ток пен кернеу бойынша қорғалған басқа типті электрондық жүктемені қолданады. Зерттелетін ҚБ стандартты жалғастырғышпен жүктемеге қосады да, барлық шекті тәртіпте бір мезгілде параметрлерін бақылап тексереді, сонымен қатар жұмыс тәртібінде пайдалану кезінде тоқтаусыз жұмысты (толық жүктемеде) бірнеше тәулік бойы тексереді.

Радиоқабылдағыш, радиотаратқыш және басқа жоғары жиілікті құрылғылар жиілік сипаттамаларын міндетті тексеруді және шкмен, түзетумен және пайдалану шарттарының әсерімен (температура мен ылғалдылық) күресу шараларын орындауды талап етеді. Әрбір алмастырылатын элементтің өзінің шу сипаттамалары бар, олар жөндеу орындалмаған иллюзиясын құрып, жұмыс құрылымын толық өгертуі мүмкін. Шу бөгеттері мен туралаудың жиілік сипаттамалары тұрақтылығына әсері каскадтардың басқарылмайтын өздігінен қозуына және қалыпты жұмыстың бұзылуына алып келеді.

Бұндай «тар» жерлерді айқындау жоғары жиілікті тізбектерде маңызды жөндеу факторы болып табылады және құралдар мен жабдықтарды, меңгеруде қызмет көрсететін персоналдың жоғары шеберлігін, бөгеттерлі сүзу мен шумен күресуде ерекше жолдарды талап етеді.

ЖЖ-сүзгілерді, резонанстық контурларлы тексеру және баптау операциялары және реактивті элементтерді (конденсаторларды және индуктивтілік катушкаларын) келтіруді негізгі модуляциялы (амплитудалы, жиілікті, белдеулі-импульсті) жиынтықпен ЖЖ-генератордан тестік дабыл беру кезінде жүргізіледі. ЖЖ-тізбектерді генератордың шығу кедергісі мен тестіленетін тізбектің кірме импендансын келістіру арқылы ең аз шығындармен қамтамасыз етеді. Келтірілетін реактивті элементтерді баптау кезінде арнайы магнит емес диэлектрлік бұрауыштарды қолданады. Бұндай реттеу мақсаты – шыңуында пайдалы жиіліктердің жиілік диапазонында бұрмаланбаған тұрақты дабыл алу, жиілік сипаттамаларының тұрақтылығын баптау.

Шу бөгеттерін тұрақтылыққа тексеруді бөгетті туындататын шу генераторына зерттелетін тізбекті қосып орындайды. Бұл кезде қоректендіру тізбегі арқылы және ауа бойынша туралаудың әсерін максималды жояды. Баптауды құрылыммен қарастырылған технологиялық саңылаулар арқылы жабық метал экранмен жүргізіледі. Қоректендіру шинасына бөгет болып табылатын жиіліктерге есептелген, үлкен сыйымдылықты электролиттік сүзгі конденсаторлармен қатар тармақталатын қыш конденсаторларды қосады. Шу бөгеті (шу) барлық кезде болады және одан құтылуға болмайтынын ескерген жөн, бірақ қауіпсіз деңгейге жеткізуге болады. Кең қолданылатын «шуға» тексеру әдістерін үш топқа біріктіреді.

1. *Салыстыру әдісі.* Зерттелетін шу «эталондық» дабылмен немесе еептеу бойынша жұмыс қабілеттілікке үлкен әсер ететін шумен салыстырылады. Бұл әдіспен салыстырмалы шамаларды анықтайды және көбінесе шу коэффициентін анықтау үшін қолданылады.

2. *Компенсаторлық және модуляциялық әдістер.* Екі әдіс те өлшеудің жоғары жиілікте ғана жүзеге асырылады. Жылулық (температураның жоғарылауымен пайда болады) және бөлшектік (кездейсоқ, кенет туындалатын) шуларды зерттеу кезінде қолданылды.

3. *ТЖ-шуды тікелей өлшеу әдісі.* Тиімді шу кернеуін өткізу жолағы белгілі жоғары сенімділікті өлшегішпен өлшеу арқылы белгілі бір жиілікте шу қуатының спектралдық тығыздығын алуға негізделеді. Жалпы тағайындалған РЭА тізбектерін зерттеуде

Шу өлшегіштің құрамына сызықтық жолақтық сүзгі (жеткілікті тар өткізу жолағымен f), квадраттық детектор, интегратор және тіркегіш құрылғы кіреді. Аспап кіруіне кіретін шу сүзгі арқылы өтеді, детектерленеді (тұрақты немесе ақырын өзгертін кернеуге түрленеді) де, дәл өлшегіш арқылы өлшенеді.

Импульстік тәртіп, зерттелетін аппаратура кездейсоқ ТЖ-шу «толқындарына» әсер ететін кезде жартылай өткізгіш элементтерінің шу параметрлерін тексеру кезінде қолданылады. Бұл дискретті элементтер және микросұлбалардың тұрақты жылулық тәртібін орнату қиындығымен байланысты.

Егер шудың өлшенген мәні рұқсат етілген мәннен асса немесе оның болуы каскадтардың өздігінен қозуын туындатса, оны бейтараптау шараларын қолданады. Шумен күресудің тиімді әдісі – кабельдерді, өткізгіштерді және бөлшектерді мұқият экрандау. ЖЖ-тізбектерле әдетте қарапайым өткізгіштер көмегімен электрлік қосу орындамайды, тек экрандалғандарды пайдаланады. Шумен күресудің сақтандыру шараларынан кейін және ілестірмелі монтаждау операцияларынан кейін платаны қарап, қатпарланып бөлінген өткізгіштердің болмауын тексереді (6 тарауды қараңыз). Экрандалған өткізгіштердің бөгетке тұрақтылығын, әсіресе оларды жұбымен орнатқанда анықтау үшін электр магнит өрістен жақсы қорғау үшін екі кабель қатты оралып, мысалы оқшаулағыш таспамен бекітілген орамды жұпты қолдану ұсынылады.

Шудың туындау себептерінің бірі – паразиттік контурдың түзілуі. Бұндай құылыс негізінен екі (және одан да көп) корпусқа тұйықталған, импенданстары тең емес құрылғыларда қолданылады. Бұл жағдайда электр тогы тұйықталу жеріне қарай тізбек ұзындығына тәуелсіз азэлектр кедергісімен қозғалады. Бөгет дабылы қоректендіру желісі кіруі бойынша немесе дабылдың шығуы мен кіруі желілері бойынша, өткізгіштермен сыйымдылықтық байланыс арқылы, сұлба ішінде тұйық контурларымен электромагниттік байланыс арқылы (толық кедергі деңгейіне тәуелсіз) немесе электромагниттік толқындар үшін шағын сәулелендіргіш ретінде жұмыс істейтін өткізгіштермен ауа бойынша түсуі мүмкін. Осы тәсілдердің кез келгені дабылды сұлбаның бір бөлігінен екінші бөлігіне беруі мүмкін. Және ақырында, бір бөлігіндегі пайдалы дабыл токтары сұлбаның басқа бөлігінде шу ретінде туындауы мүмкін.

Экрандаумен қорғануға болмайтын бөгеттермен күресту мәселелерін шешу үшін пайдалы дабыл деңгейін шу құрам бөлігінен ұлғайту қолданылады.

Коректендіру желісі бойынша өтетін шумен күресу кезінде сызықтық РЧ-сүзгілерді (конденсаторлар мен индуктивтілік) және өтпелі үдерістерді бәсеңдеткіштерді (төмен жиілікті RC-сүзгілер) құрама қолдану керек. Бұл әдіспен жиілікте 60 дБ-дан бірнеше килогерцке дейін, сонымен қатар зақымданған кернеу толқындарын басуға қол жеткізуге болады. Дыбыс жиіліктерін күшейткіштер типті құрылғыларда шу басу үшін кіруінде және шығуында төмен жиілікті сүзгілерді қолданады. Бұндай жағдайда осы екі шығу бойынша сыйымдылықты азайтады, экран орнатады, бұл жағдайда бүтін металл футляр немесе метал экрандаушы орағышты бір ұшын элемент корпусына, екінші жағын жерге тұйықтап орнатады, немесе өткізгіштерді тұйықтау шинасына жақындатады немесе каскадтың кірме кедергісін толық төмендетеді.

Төмен жиілікті магнит өрістері тек метал экрандаумен бәсеңдемейді. Ең жақсы әдіс- сұлба ішіндегі әрбір тұйық контур минималды ауданды болу керек және ілмекпен орнатылған өткізгіштердің болмауын қамтамасыз ету керек.

Өте төмен деңгейлі дабылдармен немесе магниттік туралауға сезімтал құрылғылармен (магнитофон басы, индуктивтілік катушкалары, сым кедергілері) жұмыс істеу кезінде магнит өткізгіштігі жоғары материалдан, мысалы болаттан немесе дюралюминийден жасалған магниттік экрандау қолданылады. Ең қарапайым шешім магниттік өріс көзінен қашық орналастыру болып табылады, оны тәжірибелік жолмен, көзді жақындатып не алыстатып, бөгет деңгейін белгілеп орындайды. Көзді ең аз әсер болатын жерге орнатады.

Радиоқабылдағыш құрылғыларда қабылдау тізбектерінде (тюнерде) радиожиілікті туралау «зиянды» дабылдардың кернеу шыңдарының туындалуына алып келеді, себебі сұлбаның бір бөлігі туралау жиілігінде тиімді резонанстық контур ретінде жұмыс істеуі мүмкін (кез келген метал контур бола алады). Бұл құбылыспен күресу үшін өткізгіштерді резонанс түзілуі ықтималы ілмек түзбей, қысқарақ жасайды. Бұл жағдайда мына ереже орындалады: толқын ұзындығы қысқа болған сайын, өткізгіштер ұзындығы аз болу керек. Өткізгіштің әрбір кедергісі белгілі бір жиілікте индуктивтілік немесе конденсатор рөлін ойнауы мүмкін, егер өткізгіштерді толық алып тастау мүмкін болмаса, олардың индуктивті және сыйымдылық қасиеттерін корпусқа дәнекерленген қоршалған аз сыйымдылықты конденсаторлар дабылы желілеріне параллель орнату арқылы бейтараптайды.

Желілік байланыс аппаратурасын жөндеу телефон аппаратыраы мен факстарды, ақпаратты берің кабельдік желілерінің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіруден тұрады. 17.1-кестеде желілік телефондардың типтік ақаулықтары келтірілген.

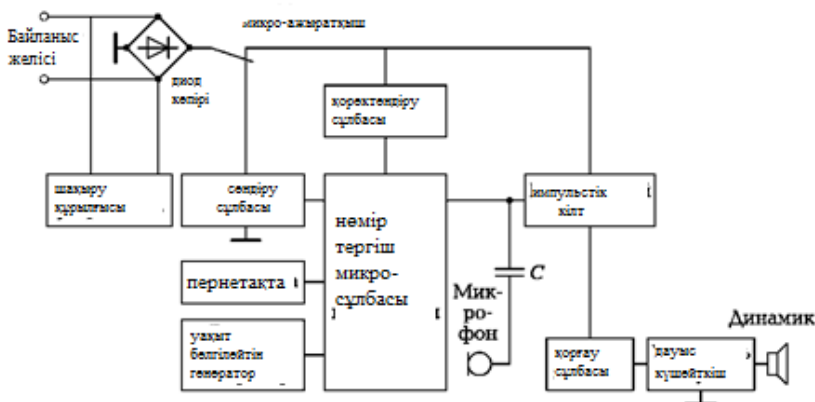
Ақаулықты іздеу және жөндеу, бұзылған элементтерді алмастыру телефонның принциптік сұлбалары негізінде жүргізіледі, олардың әрқайсысының өз ерекшеліктері бар. 17.5-суретте аналогтық (батырмалық) телефонның құрылымдық сұлбасы келтірілген, онда оның негізгі түйіндері көрсетілген; ол телефонның жұмыс істеу принципін түсінуге, сыртқы белгілер бойынша күдікті түйіндерді анықтауға мүмкіндік береді.

17.1-кесте. Желілік телефондардың типтік бұзылуы

Ақаулық сипаты	Ықтимал себебі	Жөндеу әдісі
Нөмір алмайды, гудок үзіледі	Мәселе импульстік кілтпен байланысты (17.5-сурет)	Нөмір тергенде тұтқада сыртыл естілсе, транзисторда орындалған гудок бұзылған. Кері жағдайда контроллер микросұлбасы бұзылған. Стабилитрон және диодтық көпір бұзылуы мүмкін (17.5-сурет)
Телефон жұмыс істемейді, гуудок жоқ	Нөмір тергіш микросұлбасы немесе импульстік кілт бұзылған	Транзистор базасын микросұлба өткізгішінен ажыратып тексереді, егер 60 В кернеу туындаса, микросұлбаны ауыстырады, кері жағдайда транзистор бұзылған. Тұтқа күйін микроажыратқышты тексереді, кернеу түсу тізбегі 60 В

Ақаулық сипаты	Ықтимал себебі	Жөндеу әдісі
Нөмір тергенде үзіледі, ары қарай нөмір терілмейді	Телефон қоректендіру мәселесі	Телефон қоректендіруі +60 В желіден түссе, онда диодтық көпір мен нөмір тергіш микросұлбасының қоректендіргішін тексереді
Нөмір тергенде дұрыс цифрлар терілмейді, басқа біреумен қосылады	Тұтқадан микросұлбаға мәлімет беру бұзылған	Батырма матрицасын нөмір тергіш микросұлбасымен байланыстыратын шлейфті тексереді. Микросұлбаны тексереді
Шақыру дабылы жоқ	Нөмір тергіш микросұлбасы бұзылған	Шақыру сұлбасының үзілуін (индукторлық), шақыру құрылғысында орнатылған сұлбада уақыт беретін генератор немесе пьезосәулендіргішт і тексереді
Шақырылатын абонент дабыл естімейді	Микрофоннан желіге дейін дауыс сигналын беру тізбегі мәселесі	Микрофонды, микрофон күшейткіші және қоректендірілуін тесереді.
Динамикада едергі фон	Микрофон мен динамик арасындағы мәселе	Сқйлеу ыарысында ббөтен дыбыстарды өшіретін қорғау сұлбасын тексереді

Желілік байланыс телефонның жұмыс істеу принципін және оны жөндеуді толығынақ [6] танысуға болады. Екі өткізгішті желілік байланыс бойынша дыбыс ақпараты және телефон бекетінен телефонның қоректену кернеуі беріледі. Желілік байланыс аппаратурасын жөндеу және диагностика ерекшеліктері осы жағдаймен анықталады. Телефон аппаратының өзін жөндеу ешқандай қиындық тудырмайды және радиоэлектрониканың басқа өнімдерін зерттеуден ерекшеленбейді. Батырмалық немесе сенсорлық нөмір теру ақаулықтары, дыбыс ақпаратының бұрмалануы 17.1-суретте келтірілген және принциптік сұлба бойынша талдануы мүмкін.



17.5-сурет. Телефон аппаратының құрылымдық сұлбасы

Сонымен қатар желілік телефонди жөнде тиімсіз, себебі оның құны бастапқы құнынан асып кетуі мүмкн, ал телефонды модернизациялау қарастырылмаған. Сонымен қатар телефон желісінің дұрыс қызмет жасауы желілік байлныс аппараттары жұмысының маңызды шарты болып табылады.

Шнур



17.6-сурет. Монтер телефоны

Ең қарапайым тексеру – телефон кабелі өткізгішінде коректену кернеуін өлшеу, ол қарапайым тестермен жүргізіледі. Желілік байланыстың аналогтық желілерінде бұл кернеу 60 В тең. Аппаратты сөйлесу тәртібіне қосу бұл кернеуді азайтады. Желілік байланысты күрделірек диагностикалау үшін монтер телефонның қолданады, оның суреті 17.6-суретте келтірілген.

Тұтқа тарификация импульстерінің (өткізетін жиілік) $F=16$ кГц болуын бақылауға мүмкіндік береді, сонымен қатар желіге тестік дабыл $F=900$ Гц беру үшін генератордан тұрады. Осы жиілікте жыбыс «сыртыл» болып табылады, сондықтан бұндай тексеру «сыртылдату» деп аталады. Зақым кабелде қай тармақ байланысатынын, ал қайсысы үзілгенін айқындаған жөн. Яғни, әр жұпты қысқа тұйықталуға тексеру керек, сонымен қатар басқа қалған жұптарды байланысуға «сыртылдату» керек. Өлшеу кезінде жөндеу аймағын анықтау үшін барлық зақымдануды көрнекті елестету керек және дұрыс жөндеу мен жалғауды жүргізу керек. Тәжірибе жүзінде кабельдің толық үзілуі, барлық желілер тұйықталған немесе бірдей «байланысқан» болатынысирек кездеседі. Тексеруді екі монтаждаушы кезегімен барлық кабель жұптарын телефон шалып тексереді, ал өлшеу нәтижелері кестеге енгізіледі, ол бойынша мәліметтер талданады да, бұзылған жұп анықталады. Осылайша дұрыс жалғамауды анықтауға болады және шағын кеңселерді, жергілікті телефон бекеттері бірнеше он шақты абоненттер қолданылатын жерде телефон аппараттарын «тармақтап» қосу орындалады..

17.3. ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫ ҚҰРАЛДАРЫН МОДЕРНИЗАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ

Есептеу техникасы құралдарын пайдалану барысында кез-келген радиотехникалық құрылғы сияқты жөндеу және техникалық қызмет көрсету қажет. Есептеуіш техника құралдары (ЕТҚ) бірнеше жұмыс циклі бойы үздіксіз жұмыс істейтіндіктен осы РЭА секторы үшін сенімділік әселесі күрделі болып табылады.

Жөндеусіз және модернизациясыз ЕТҚ паркі жұмысқабілеттілігін қамтамасыз ету мүмкін емес. Бұл компьютерлік техниканыда шешілетін мәселелердің тұрақты өсуіне дәне даму деңгейінің дамуына байланысты. Есептеуіш техникасын блоктық құрастыру кез-келген блокты алмастыруға мүмкіндік береді. Компьютерлік техникасы мен оның құрам бөліктерінің жаңа буынын құру және енгізу жылына бір реттен аз емес жүзеге асырылады. Үш-төрт жыл пайдаланған соң техникалық құралдар

ескірген болып саналады және шешілетін мәселе деңгейіне сәйкес келмейді және жаңа құрам бөліктердің ескі құрам бөліктермен сәйкес келмеуіне байланысты жөнделінбейді және бұзылу жағдайында жөндеуге жарамсыз болып саналады. Бұл жағдайда есептеуіш техникасын жөндеу экономикалы тиімсіз және ескі, істен шыққан блоктар мен платаларды жаңасына алмастыруды қарастыратын модернизациялау тиімдірек. Тек үздіксіз коректендіру блоктары мен көздері, оптикалық жинақтағыштар, оптика-механикалық құрылғылар (тышқан мен клавиатура), сонымен қатар шеткі құрылғылар (принтерлер мен сканерлер) модернизацияланбайды.

Кез-келген радиотехникалық құрылғы сияқты есептеу техникасы жоғарыда қарастырылған диагностика және техникалық қызмет көрсету заңдарына бағынады, оның барлық жұмысы бағдарламамен қамтамасыз етумен байланысты болғандықтан, қолданылатын әдістер бағдарламалық диагностика аймағына «бірігеді». Компьютерлер үшін бірнеше диагностикалық бағдарламалар бар (кейбіреуі компьютермен бірге жабдықталады), олар бұзылу себептерін айқындауға мүмкіндік береді. ДК қолданылатын диагностикалық бағдарламаларды үш деңгейге бөлуге болады:

- BIOS — POST (Power-On Self Test — қосу кезінде өзін-өзі тексеру процедурасы) диагностикалық бағдарламалары — компьютерді әрбір қосқан сайын орындалады;
- Компьютердің әртүрлі құрам бөліктерін тексеруге арналған операциялық жүйелерінің диагностикалық бағдарламалары;
- Периферия жабдықтарын өндіруші -фирмалардың диагностикалық бағдарламалары.

POST— BIOS ПЗУ жүйелік платасында сақталатын қысқа бағдарламалардың реті. Олар қосқан соң бірден жүйенің негізгі құрам бөліктерін тексеру үшін арналған.

POST процедурасымен орындалатын өте маңызды тестердің типтік реті келесідей.

1. Процессорды тестілеу (температура, қатты дисктерді басқару, шынайы уақыт сағаттары және т.б.),
2. BIOS ПЗУ тексеру.
3. Үзіліс жасау және таймер контроллерлерін тексеру және инициализация (бұл кезеңнен кейін дыбыс диагностикасы жетімді болады).
4. Үзіліс векторларын жүктеу.

5. Бейнеконтроллерлерін инициализация (бұл кезеңнен кейін диагностикалық хабарлама экранға шығарылады).
6. ОЗУ толық көлемін тестілеу.
7. Пернетақтаны тестілеу.
8. Енгізу-шығару порттарын инициализация.
9. Қатты дискті инициализация және контроллерді тестілеу.
10. BIOS операциялық жүйесінен жүктегішті шақыру, операциялық жүйені жүктеу мүмкін болмаса, жүйені тоқтату (HALT).

Ақаулықты құрам бөлік айқындалған кезде қате (ақаулық) туралы хабарлама келеді. POST процедурасы ақаулықты индикациялаудың үш тәсілін қарастырады:

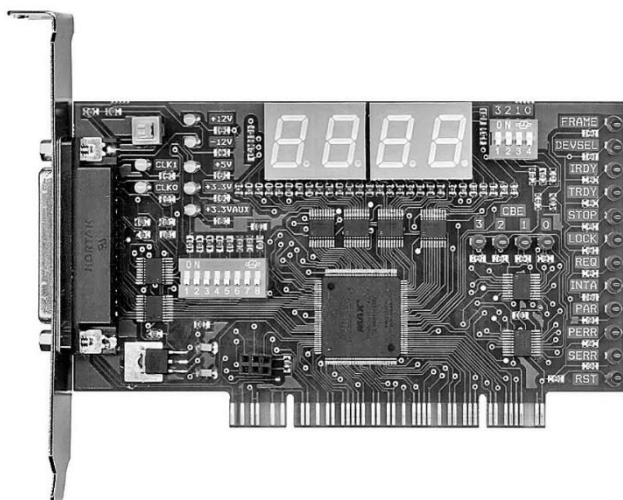
■ **Дыбыстық дабылдао** (пернетақта, бейнекарта бұзылған кезде);

■ **Онитор бетіне шығатын хабарлама** (порт, қатты диск және басқа перифериялық құрылғылар қатесінде);

■ **Енгізу-шығару портына берілетін он алтылық қате коды** (тоқтау тәртібінде бұл кодтар экранға шығарылады және оларды техниклық құжат бойынша шифрын ашуға болады)..

Ақаулықтарды іздеу және компьютерлік техниканы жөндеу арнайы POSTcard модулін қолданың жеңілдетіледі, оның сыртқы түрі 17.7-суретте келтірілген. Бұл модуль бір кеңейту слотына (PCI) салады. Бағдарлама модуль дисплейіне компьютерлік техниканың бұзылған құрам бөліктерінің кодын шығарады (кодты ашу сипаттамада беріледі). Бұл әдісті қолданған кезде барлық модульдерді (аудио- және бейнекарталар, қатты және иілгіш дисктер, жад және т.б.) слоттан алып тастайды да, тестілеуге көшеді. Егер компьютер бірден «тұрып қалса» онда процессор бұзылған; тесті орындап болған соң еріксіз тоқтауға дейін басқа құрылғыларды кезектеп қосып көреді. POSTcard қолданып ақаулықтарды іздеуді басты артықшылығы ол өз жұмысы үшін мониторды қажет етпеуі болып табылады, компьютерді тестілеуді POST процедурасының ертерек кезеңдерінде, дыбыстық диагностика қол жетімді болғанда жүргізіледі. Диагностика жүргізген соң бұзылған модульді алмастыру арылы жөндеу жүргізіледі, оны модернизация, яғни параметрлерді бір мезгілде жақсартып орындау ұсынылады.

Әдетте модернизация барысында келесі құрылғыларды алмастырады



17.7-сурет. POSTcard тестілеу құрылғысының сыртқы түрі

Процессор. Әдетте процессорды алмастыру компьютердің есептеу қуатын ұлғайту үшін жүзеге асырылады. Бірақ тәжірибеде көп жағдайда ол аз әсер етеді. Сәйкес слот орнатылатын құрылғыларда процессорды алмастыру ұсынылады. Модернизация сонымен қатар куллерді (сорғыш желдеткішті радиатор) орнатуды қарастырады.

Операциялық жад. Көбіне операциялық жад көлемі өнімділіктің жоғарғы шегін анықтайтын шек болып табылады. Бұл параметрді ұлғайту компьютер жұмысын біршама арттырады. Аналық платада бос слоттар болса, бұнықосымша модульдер орнатып шешуге болады. Ескі жад сұлбаларын үлкен көлемді жаңа сұлбаларға алмастырады.

Қатты диск. Қатты дискті сипаттамалары жақсырақ сондай дискке алмастырады, бұл сипаттамалар мәліметтерді оқу және жазу жылдамдығы, жад көлемі, сенімділік болып табылады. Патада заманауи интерфейстер, мысалы SATA болмаса, онда шектеулер болады.

Осымен компьютер модернизациясы аяқталмайды. Жаңа BIOS версиясын орнатып баптайды. Кейбір құрылғыларда драйвер алмастыру керек.

Жүргізілген диагностикадан кейін жөндеу және алмастыру туралы шешім қабылдау алдында платаны және компьютер түйіндерін шаңнан тазартады, ол қызып кету немесе статикалық электрлену себебі болып, компьютердің «тоқтап қалуына» алып келуі мүмкін. Тышқан мен пернетақта профилактикалық қызмет көрсетіледі, ода түйіндер ластанудан және бөтен заттардан тазартылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. РЭА модернизациялау қалпына келтіретін жөндеуден айырмашылығы неде?
2. Қандай жағдайда РЭА жөндеу өзін ақтамаған болып танылады?
3. Радиоэлектрондық жабдықтар мен аппаратураны жөндеу кезінде қандай ережелерді ұстанады?
4. Кернеу астындағы аппаратураны жөндеуде қандай сақтық шараларын қадағалайды?
5. Шумен күресу шараларын атаңыз
6. Радиожилікті тізбектерде туралаудың туындауына қандай себептер алып келеді? Олармен күресу жолдарын атаңыз
7. Есептеу техникасы құралдарын диагностикалау және жөндеу кезінде қандай диагностикалық бағдарламалар қолданылады?

ДИАГНОСТИКА ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ КЕЗІНДЕ ӨЛШЕУ АСПАПТАРЫ ТҮРЛЕРІ, ТАҒАЙЫНДАЛУЫ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ ЕРЕЖЕЛЕРІ

18.1. ДИАГНОСТИКАҒА ЖӘНЕ ЖӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН АППАРАТУРАЛАР ТҮРЛЕРІ МЕН ТИПТЕРІ

РЭА пайдалану барысында оның күйін бақылау үшін жалпы және арнайы қолданыстағы әртүрлі өлшеу аппаратурасы қолданылады.

Жалпы қолданыстағы аппаратураға тестерлер, бағдарлық және цифрлық аспаптар: омметрлер, осциллографтар, тұрақты және айнымалы ток өлшегіш көпірлер, жоғары жиілікті және төмен жиілікті генераторлар, жиілік өлшегіштер, спектр анализаторлары және т.б. кіреді. Ол автономды болып табылады және әртүрлі РЭА типтерінің жұмыс қабілеттілігін берілген дәлдікпен бақылау үшін қолданылады. Бұндай өлшеу аппаратурасын әдетте қолмен басқарады. Ол туралы барлығы дерлік белгілі. Әртүрлі параметрлерді өлшеу әдістері мен параметрлері туралы [1] толығырақ танысуға болады.

Арнайы өлшеу құралдарына әдетте бірге құрастырылған өлшеу құралдары жатады, олар РЭА күйін көптеген параметрлер бойынша талдауға мүмкіндік береді, олар ерекше мәнге ие. Диагностикалау үдерісін басқару тәсілі бойынша бұл құралдар төмендегі аппаратураға бөлінеді:

- Автоматты бақылау және диагностика;
- Автоматтандырылған бақылау және диагностика;
- Қолмен бақылау және диагностика.

Толық автоматты жүйені адамның қатысы рұқсат етілмейтін немесе қауіпті болатын жағдайда қолданады.

Оны жоғары технологиялық элемент базасы өдірісінде, соның ішінде жоғары жиілікті транзисторларды және өте үлкен интегралды сұлбалар (ӨҰИС) микросұлбаларын өндіруде қолданылады. Монтаждау және құрастыру операцияларында автоматтандырылған бақылау жиі қолданылады, ол адамның ішінеһара қатынасын рұқсат етеді, бұл жағдайда жұмыстардың бір бөлігі автоматты тәртіпте жүргізіледі (нәтижелерді жинау және өңдеу), ал бір бөлігі –қолмен жүргізіледі (өлшенетін параметрлер типі мен түрі бойынша жабдықты баптау, қажетті дәлдікті орнату).

Диагностикаланатын РЭА-ның бақылау және диагностика аппаратурасымен және құрылымымен байланысы бойынша ол автономды және бірге құрастырылған болып бөлінеді. Автономды бақылау аппаратурасы диагностикаланатын РЭА-нан бөлек орналасқан, бірге құрастырылған функционалды біріккен.

Ақпаратты өңдеу принципі бойынша аналогтық, дискреттік және аралас аппаратура болып ажыратылады. Аналогтық аппаратура ерекшеліктері жоғары сезімталдық пен көрнекілік болып табылады. Дискреттік аппаратурала барлық функционалды жүйелердің жұмысы цифрлық екі кодта жүргізіледі. Оның артықшылығы элементарлы операцияларды жылдам орындау және өлшеу ақпаратын жоғары дәлдікпен өңдеу болып табылады. Аралас өңдеу әдісі дискреттік және аналогтық бөліктердің үйлесімі болып табылады, онда ақпарат цифрлық түрде өңделеді, ал нәтижелер аналогтық түрде көрсетіледі.

Әмбебаптық дәрежесі ойынша бақылау аппаратурасы маманданған және әмбебап болып ажыратылады.

Маманданған бақылау аппаратурасын бір типті РЭА бақылау үшін қолданады. Бұл мәселені шешу үшін өлшеу құралдарының ішкі құрылымы мен оның жұмыс істеу бағдарламасы бағынады.

Әмбебап бақылау аппаратурасы әртүрлі типті РЭА бақылау үшін арналған. Онда көп мақсатты бақылау процессін тәуелсіз басқару бағдарламасы бар. Құрылысы бойынша бұл аппаратура екі бөліктен тұрады: әмбебап және алмалы-салмалы. Імбебап бөлігі жабдық көлемінің 60 — 70 % құрайды, оған негізі функционалды түйіндер кіреді, өдшек ақпаратын қабылдауды және өңдеді, бақылау нәтижелерін бақылау және тіркеу нәтижелері туралы шешім өңдейді. Алмалы-салмалы бөлігі жабдық көлемінің 30 — 40 % бөлігін құрайды, нақты РЭА типімен жұмыс істеуге арналған.

Нәтижені ұсыну түрі бойынша нәтижені сапалық және сандық көрсететін және тіркейтін автоматтандырылған бақылау-өлшеу аппаратурасы (АКИА) болып ажыратылады.

Сапалық бағалау көрнекті және қосымша талдауды талап етпейді, оны қабылдау тексеру кезінде өнімдердің жарамсыздығын шығару үшін қолданады және онда көрнекі түрде тақта немесе қағазда көрсетілген "жарамды — жарамсыз", "шекте — шекте емес" бір мәнді түсініктер пайдаланады. Сандық түсінік ақпаратты параметрінің өлшем бірліктерде береді, оның уақыт бойынша өзгеруін, нәтижелерін салыстыруға және талдау жасауға болады, оны РЭА өңдеу технологиясы және баптау сатыларында қолданады. Ол сандық ақпаратты таблоға, электронды сәулелі түтікшелердің экрандарына, бағдарлық аспаптарда шығарады және/немесе баспа, магнитті таспаға, фотоқағазға жазба арқылы тіркейді; АКИА ішкі бақылау бағдарламасын атан.

18.2. ЖЕКЕ АППАРАТУРА ТҮРЛЕРІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ БАПТАУҒА АРНАЛҒАН ӨЛШЕУ ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ЖИНАҒЫ

Өлшеу және баптау құралдары нақты жиынтығын бақыланатын электрондық бұйымдардың тағайындалуы және құрылымдық құрылысымен анықталады. Реттеу және баптау құралдарын таңдаудың жалпы мәселелері 13 және 14 тарауда қарастырылған, олармен толығырақ [7] қарастыруға болады.

Мамандандырылған өлшеу аппаратурасы қымбат және оны өнімдерді құрастыру және ірі сериялы өндіріс барысында пайдаланған экономикалық тиімді. Ол құрылым сұлбасын объективті зерттеу үшін, әсіресе к.р. делі жағдайда және алмастырылуы мүмкін емес бірегей РЭА құрал болып табылады. Оған мысалы, дабылдық логикалық анализаторлар мен интерфейстік тестерлер жатады, оны есептеу техникасы құрылғыларын және цифрлық байланыс желілерін жөндеу және қызмет көрсету барысында қолданылады. Дабылдық анализатордарда өзінің командалар жүйесі, микроконтроллер және шағын жады бар. Бұл аспаптарды кезектес интерфейс RS-232 арқылы немесе параллель интерфейс IEEE-488 жалпы тағайындалған интерфейс шинасы) қосылады. Жалғастырғыш түрі 18.1-суретте келтірілген.

Жалғастырғыш түйсіктерін нөмірлеу төменгі сол бұрышынан бастап шахмат ретте солдан оңға қарай жүргізіледі.



18.1-СУРЕТ. RS-232 типті жалғағыштың сыртқы түрі

Түйсіктердің тағайындалуы 18.-кестеде келтірілген.

18.1-кестеде халықаралық тәжірибеде қолданылатын белгілердің ағылшын аббревиатурасы келтірілген. Интерфейсті тестерлер әртүрлі платалармен түйісу элементтерінің (драйверлер-сенсорлар), жиынтығы көмегімен түйісуі мүмкін, сондай-ақ платадағы тікелей элементтерге клипса және белсенді шұп тобының көмегімен қосылады.

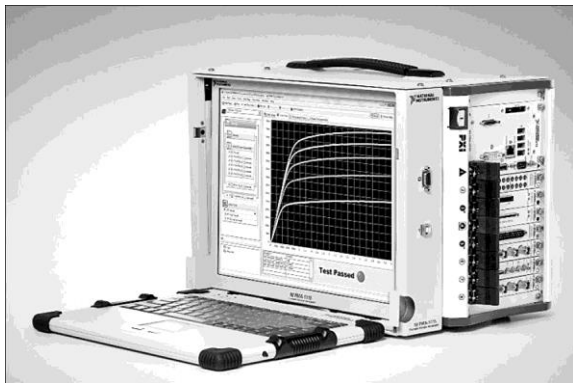
18.1-кесте. RS-232 интерфейс жалғағыш түйсіктерінің тағайындалуы

түйсік	Дабыл түрі	бағыт	сипаттама
1	CD	кіру	Carrier Detect — өткізетін жиілік индикаторы
2	RxD	кіру	Received Data — қабылданатын мәлімет
3	TxD	шығу	Transmitted Data — берілетін мәлімет
4	DTR	шығу	Data Terminal Ready — мәлімет беру дайындығы
5	GND	—	Корпус
6	DSR	кіру	Data Set Ready — мәлімет беруді сұрау
7	RTS	шығу	Request To Send — қабылдауға дайын
8	CTS	кіру	Clear To Send — мәлімет қабылдауға дайын
9	RI	кіру	Ring Indicator — кіру шақыруын индикаторы

Нақтыплатаға дұрыс баптау үшін деректер базасын пайдаланады, онда электрлік және конструктивтік ерекшеліктері, сұлбалартопологиясы, қоректендіруді ұйымдастыру жүйесі және басқа да мәліметтер болады. Дабылдық тестердіңжұмысын басқарушы бағдарламалық құралдар, өндіруші-фирмалардыңменшігі болып табылады.

Логикалық пульсаторлар — бұл ұзақтығы әртүрлі импульскалыптастыру үшінарналған құрылғылар, оларды цифрлықсұлбалардың уақытша сипаттамаларын зерттеу үшінқолданады. Тестілік дабылдардытексерілетін сұлбаға енгізеді және жауапты реакцияны талдайды: кешігу, ШИМ модуляциядеңгейі, іске қосу немесе тоқтату беру және т. б. Олармен қатар және логикалық щуп (үлгі) пайдаланады — АЖ логикалық деңгейін индикациялау үшін арналғанқұрылғылар. Бірліктер және нөлдердің жарықдиодты индикациясынан басқа (жарық диоды "жанады" — 1, "жанбайды" — 0) олар таблода көрнекі түрде импульстар сериясын белгілеуді орындайды. Жүру деңгейі мен жиілігіне баптау жеке әрбір плата түрі үшін жүргізіледі. Әсіресе, оларды автономды құралдары ретінде цифрлық сымды тізбекте (телефондық және желілік орам жұпта, оптоалшықта) желікүйін тексергенд пайдалану тиімді .

Электромагниттік сәулелерді қалыптастыруға және қабылдауға байланысты электрондық аспаптарды баптау үшін, әдетте, басты құраушысы генератор, осциллограф және вольтметрболып табылатын кешенді жүйені пайдаланады. Құрылысы жағынан кешенплатами-өлшеуіштерімен тірек болып табылады; нәтижесі аналогты түрде мониторэкранына беріледі.



18.2-сурет. Өлшеу кешені

Өлшеу аспаптарын басқару бағдарламалық, мұндай кешенді құралмысалы 18.2-суретте көрсетілген. Құрылымның бүйір бөлігіне модульдері орнатады, олар әр түрлі өлшеу функцияларыорындайды. Сондықтан, ТЖ-құрылғылардың минималды өлшеу құралдарының жинағы келесідей.

Келесі параметрлерді қамтамасыз ететін модульденетін сәулелену көзі бартөмен жиілікті генератор:

- жиілік диапазоны 20 Гц-ден 20 кГц;
- жиілікті орнату қателігі — $\pm 3\%$;
- реттелетін шығыс кернеуі— 0-10;
- гармоник коэффициенті — 0,2% аспайды.

Электронды вольтметр, төмендегіні қамтамасыз етеді:

- кернеу диапазоны 30 мВ ден 300-ге дейін;
- жұмыс жиіліктерінің диапазоны — 50 Гц-ден 20 кГц;
- жұмыс жиілік және өлшенетін кернеу диапазондарында негізгі өлшеу қателігі — 2,5 %.

Осциллограф, мынадай параметрлері бар:

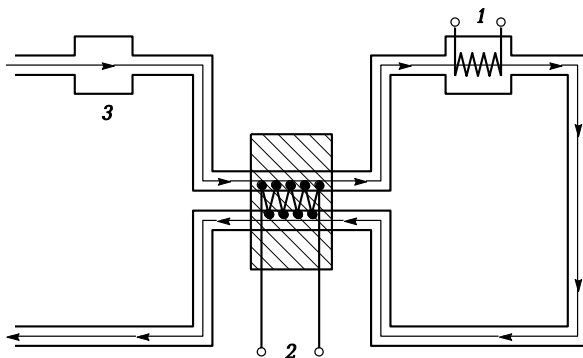
- жұмыс жиіліктерінің диапазоны — 0-ден 0,5 МГц;
- өлшеу қателігі 10% — дан артық.

сызықты емес бұрмалауды өлшеуіш, төмендегілерді қамтамасыз етеді:

- жұмыс жиіліктерінің диапазоны — 50 Гц-ден 20 кГц;
- гармоник коэффициентін өлшеу шектері — 0,1 — 10 %;
- өлшеу қателігі — $\pm(0,1 \text{ Гц} + 0,15\%)$.

Бұл модульдер өлшемі 15 x 20 см аспайды, және ұқсас сыныпты габариттік аспаптар алмастырады. Басқарушы цифрлық блокқа қосылу тез — "вклқосючай және жұмыс істе". Нәтижелерінің индикациялау сандық және аналогты түрде үлкен дисплей экранына беріледі.

АЖЖ-толқындар қабылдайтын және сәуле шығаратын құрылғылардың параметрлерін бақылау кезінде (АЖЖ-пеш, конверторлар мен спутниктік антенна сәулелендіргіштер, , ұялы және сымсыз байланыс құрылғылары және т. б.) осы құрылғылардың ішкі түйіндерін толық келісілуге дейін баптау ғана емес, сонымен қатар адамдызиянды сәулелерден сақтау маңызды. АЖЖ - диапазонынданегізгі параметрлеріқуаты, сәулелену жиілігі және келісукедергісіболып табылады, ал қосымша— фазалық ығысу, өріс кернеулігі, беріктік, спектр және т. б.

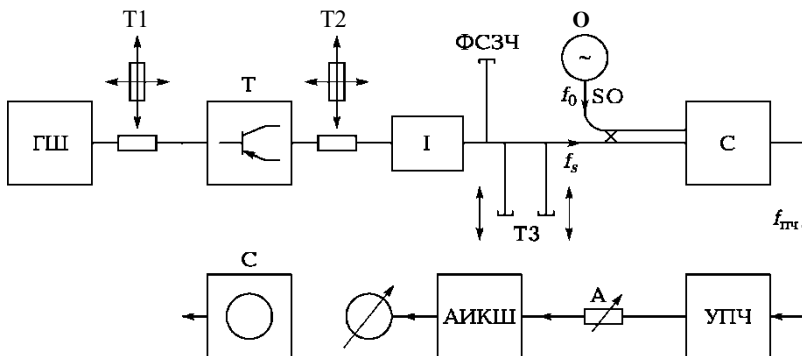


18.3-сурет. Калориметрлік ваттметрмен АЖЖ қуатын өлшеу сұлбасы:

1 — ағатын сұйықтық жылуын өлшегіш (жылулық жүктеме); 2 — АЖЖ энергиясын жылуға түрлендіргіш (термоблок); 3 — сұйықтық ағынын қалыптау резервуары (шығын өлшегіш)

Өлшенетін параметрлердің осы диапазонында АЖЖ қуатын өлшеудің калориметриялық тәсілдері аса тиімді, олар электромагниттік энергияны жылулық энергияға, содан соң электрлік энергияға түрлендіруге негізделген оны қарапайым өлшегіштермен өлшеуге болады. Бөлінетін жылу мөлшері жылу берілген жүктемеде немесе ортаға бөлінетін температура бойынша анықталады.

Калориметриялық ваттметры калориметр және өлшеу блогынан тұрады. Өлшегіш блок жүктемедегі жылу өзгерістер кернеуге түрлендіреді. Статикалық және ағынды калориметрді ажыратады. Статистикалық калориметрде қуаты сіңіретін жүктемеге таралады, қуат өлшемі оның температурасының өзгеруі болып табылады оның температурасын. Ағынды калориметрде үздіксіз айналатын сұйықтық, АЖЖ таралатын қуатының қабылдағыш түрлендіргішінде қыздырылады, ол туралы сұйықтық температурасының өуі бойынша анықтайды. Статикалық калориметрлер қатты көлемді немесе үлдірлі сіңіргіштермен қолданады (құрғақ калориметр). Оларды көбінесе шағын және орта қуатты өлшеу үшін пайдаланады. Ағынды калориметрде АЖЖ қуаты қабылдағыш түрлендіргішке беріледі, ол берілік желісімен келісіп, жылу энергиясын жылу тасымалдағышқа - қабылдағыш түрлендіргішті суытатын сұйықтыққа береді. Жылу тасымалдағыш ретінде дистилденген су немесе кремнийорганикалық субстанция қолданады. Осы калориметрдің жалпы қателігі 10 — 20% құрауы мүмкін - сәулеленудің қуатын өлшеу сұлбаларының бірі 18.3-суретте келтірілген.



18.4-сурет. Шу өлшегіштің құрылымдық сұлбасы:

ГШ — шу генераторы; Т — өлшегіш транзистор; Т1, Т2 және Т3 — баптау элементтері; І — бағыттаушы элемент; О — гетеродин; С — араластырғыш; ФСЗЧ — айна жиілігі дабылы сүзгісі; SO — бағыттаушы тармақтағыш; УПЧ — аралық жиілікті күшейткіш (аз шулы күшейткіш); А — аттенуатор; АИКШ — шу коэффициентін автоматты өлшегіш

Жүктемеде 1 таралу қкаты тура немесе жанаса энергияны ағып жатқан сұйықтыққа береді. Жектемеге кіретін және одан шығатын сұйықтық температураларының айырмашылығы термоблоктар 2 арқылы өлшейді. Уақыт бірлігінде жүйеде ағатын сұйықтық мөлшерін шығын өлшегішпен 3 өлшйді. Бұндай өлшеуде сұйықтық ағынытұрақты болу керек.

Барлық дерлік электрондық сұлбаларда маңызды параметр шу болуы немесе болмауы болып табылады, олар жоғары жиілікті тізбектерде, желілік немесе желісіз байланыста ақпараттың дұрыс берілуіне бөгет болады. Жартылай өткізгішті аспаптарда ТЖ-шуларды өлшейтін тәжірибелік сұлба 18.4-суретте келтірілген. Ол спутник диапазоны жиілігінде жұмыс ітейтін транзисторлардың шу коэффициентін өлшеу үшін арналған, о жерде шу өте критикалы және онымен күресу қиын. Осындай жағдайда шу деңгейі бойынша элементтік базаны таңдау маңызды мәселе болып табылады.

Сұлба кіруіне ГШ қосады, ол қосылған түрде тұрақты шу қуатын береді. Генератор өлшенетін транзистормен Т баптау құрылғысы Т1 арқылы қосылған, ол еркін түрде көз өткізгіштігін өзгертуге мүмкіндік береді. Өлшенетін транзистор шығуында баптау элементі Т2 қосылған, ол өлшенетін транзисторға гетеродин қуатының О түсціне кедергі келтіретін бағыттаушы элементпен І келісім қамтамасыз етеді, араластырғышқа С түсетін гетеродин дабылы тұрақты қуатын қамтамасыз етеді.

Бағыттаушы элементтен кейін айна жиілікті дабыл сүзгісі ФСЗЧ қосылған, ол ұзындығы реттелетін коаксиалды кабель кесіндісі болып табылады. Соңғысы бұл желі негізгі желіге өту кезінде пайдалы жиілікке бөгет болмайтындай, ал айна жиілігі үшін қысқа тұйықталу болатындай етіп тағдалған. Қосиықты баптау элементі ТЗ басқарушы элементті араластырғыш іруімен келіседі. Араластырғыш жұмысы үшін қажетті гетеродин дабылы бағыттаушы тармақтағыш SO рқылы араластырғыш кіруіне беріледі. Араластырғышта түзілетін 30 МГц аралық жиілік дабылы аз шулы күйшейткішпен УПЧ күйшейтіледі де, дәл аттенюатор арылы шу коэффициентін өлшегіш кіруіне АИКШ түседі.

18.3.

ӨЛШЕУ АСПАПТАРЫН ТАҢДАУ ЖӘНЕ ӨЛШЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Өлшеу аспаптарын қосудың бірнеше қарапайым ережелері бар. Соның ең бастысы, өлшеуіштердің ішкі параметрлері (кірістік және шығыстық кедергісі, меншікті шу деңгейі және жиілік сипаттамалары) өлшеу дәлдігіне аз әсер ету керек. Мысалы, токтық аспаптарыны пайдалану кезінде (амперметрлер, ваттметрлердің ток орамдары, фазометрлер және т. б.) оларды тізбек үзіліне қосады; өлшенетін токқа тигізетін әсер аспаптың ішкі кедергісі аз болған сайын аз болады. Бірақ бұл тәсіл шағын токтар өлшеу үшін қолданылмады (шамамен бірнеше мкА және одан кем), себебі аспап әсері маңызды болатыны соншалық, өлшеу нәтижесі шынайы мәннен біршама ерекшеленуі мүмкін.. Бұл жағдайда қосымша кедергі әдісі пайдаланылады: ток өту тізбегіне үлкен қуатты және аз кедергілі (бірлік Ом) резистор қосылады және онда кернеудің құлауын өлшейді, оның көмегімен тізбектерде ток мәні анықталады.

Кернеу өлшеу кезінде немесе дабылдарды бақылғанда кірме кедергісі жоғары аспаптар қолданылады, олар өлшенетін тізбекке мүлдем дерлік әсер етпейді (вольтметр, осциллограф, спектр анализаторы, АЧХ өлшегіштер және т.б.). Дәл аспаптардың кірме кедергісі бірнеше он МОМ аз болу керек. Айнымалы және өзгермелі кернеулерді өлшеу кезінде оның ықтимал түрін ескереді. Бұл жағдайда өлшеу дәлдігі өлшегіш құрылымына байланысты болады. Мысалы, синусоидты кернеулі тізбектерде электромагниттік жүйесі бар вольтметр қолданған жөн. магнитоэлектр жүйесін пайдаланатын

вольтметрде айнымалы кернеу тұрақты кернеуге айналады да, аспаптың көрсеткіштері шынайы лездік мәнін емес, орташа квадраттық, орташа түзетілген мәнін тіркеп, шындыққа сәйкес келмейді. Электрондық және цифрлық аспаптарды алсақ, жоғары жылдамдықты АЦП көмегімен барлық кіретін шамаларды лездік цифрлық түрдегі дабылдарға өзгертеді де, жеткілікті дәл болуы мүмкін. Өлшеу аспабының маңызды көрсеткіш дәлдігін арттыру үшін калибрлеу қарастырылу керек, кернеулер мен токтар түрін ескеру үшін түзету коэффициенттерін енгізеді. Тізбектерде айнымалы немесе лүпілдік кернеуді өлшеу кезінде сонымен қатар өлшенетін тізбекке аспаптың кірме кедергісінің реактивті құрам бөлігі әсерін ескереді, ал дәл өлшеу кезінде өткізгіштер мен түйсіктердің де әсерін ескереді. Бұл жағдайда коаксиалды кіру мен аз өлшемді өлшегіш кабель қолданған жөн. Өлшеу аспабының корпусын әдетте жерге тұйықтамайды, тек жоғары кернеу астында және өте қауіпті жағдайда тұйықтайды.

Нақты өлшеуіш құралдың кірме тізбегі кіріс кедергісі болып табылады, оған параллель сыйымдылық және кіріс байланыстар индуктивтілігі қосылған (мұндай тізбектерде жалпы кедергісін кіру импедансы деп атайды). Туындайтын сүзгі өлшенетін аспаптың кіріс тізбегіндегі параметрлеріне кіріс сигналдың жиілігін өзгертіп, бұрмалап әсер етеді. Осы құбылысты бейтараптандыру үшін қосымша конденсатор пайдаланады, ол пайда болған контур беріктігін төмендетіп, өлшегіш аспап жұмыс істейтін өлшенетін жиіліктер жолағының орташа жиілікті есептелген.

Реттеу-баптау жұмыстарында дабылдар түрін зерттеу үшін осциллографтық әдістер қолданылады, бірақ жоғары жиілікте осы аспаптарға арналған өлшеу дәлдігі мен олардың жұмыс қабілеттілігі кернеуді өлшеуге арналған аспаптар сияқты кірме импедансына тәуелді. Ідетте осциллографтың кірме кедергісі бірнеше он МОм жетеді, ал сыйымдылығы – 20-50 пФ. Цифрлық интегралдық сұлбалармен жұмыс істеу үшін бұл жеткіліксіз. Бұл жағдайда кірме сыйымдылығын азайту (оны бейтараптау үшін) шығаратын бөлігіш қолданылады, яғни бөлігіш сыйымдылығын кезектеп кірме сыйымдылықпен жаңғарды. Сонымен қатар осциллографты бейнеканалының өткізу қабілеті бар, оол оны өткізу жолағына тәуелді. Егер осциллографтың шекаралық жиілігі өлшенетін дабыл жиілігінен аз болса, ол экранда толық болмайды, немесе өз түрін толық жоғалтып, бұрмаланған болады.

Дабылдарды өлшеу және бақылауға болатын ереже бар: осциллографтың шекаралық (шекті) жиілігі өлшенетін дабыл жиілігінен 3 — 5 есе артық болуы тиіс. Лүпілді, көп деңгейлі дабылдарды осциллографтың көмегімен өлшеу кезінде ашық кіру пайдаланады. Бұл ретте осциллограф айнымалы және тұрақты дабыл құрамдас бөлігін өлшейді, кіріс бейтараптайтын сыйымдылық тоқтатылады, бұл өлшеу дәлдігіне әсер етеді. тек айнымалы құрамдас бөлігі бар тізбекті өлшеу кезінде жабық кіру пайдаланады, бұнда өлшеу қателігі 10% - дан аспайды.

Өлшеу генераторлардың көмегімен тізбектердізерттеу кезінде, олардың шығу кедергісі мәні маңызды болып табылады. Бұл генератордың өлшеу сұлбаларының зерттеліп отырған құрылғылармен толық келісуі үшін қажет. Келісілген тізбектерге енгізілетін генераторлар 50; 75; 300 және 600 Ом қатарынан таңдалатын сәйкес қатардың шығу кедергімінен тұру керек. Бұл мәндер кездейсоқ емес, олар кіру кабельдерінің зерттелетін тораптармен, қос желілік кедергілермен және коаксиальных желілермен толық келісуін қамтамасыз етеді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Аналогтық, дискретті және аралас бақылау және диагностика аппаратураларының ұқсастығы мен айырмашылығы неде?
2. Әмбебап өлшеу аппаратурасы қандай мақсатқа арналған?
3. Қандай жағдайда сапалық және сандық өлшеу нәтижелерін бағалау қолданылады?
4. Қандай арнайы өлшеу аспаптарын цифрлық сұлбаларды талдау үшін қолданады?
5. АЖЖ-сәулелену қуатын өлшеу кезінде калориметрдің жұмыс істеу принципін сипаттаңыз?
6. Өлшеу аспаптарының қандай параметрлері өлшеу сапасына әсер етеді?

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ

VI БӨЛІМ

19 тарау. Мехникалық бұзылудың пайда болу себептері және оларды жою әдістері

20 Тарау. РЭА оптика-механикалық түйіндерін жөндеу және реттеу

21 тарау. Есептеу техникасы мен желілік байланыс аппаратурасының механикалық түйіндерін жөндеу, реттеу және баптау

МЕХАНИКАЛЫҚ БҰЗЫЛУДЫҢ ПАЙДА БОЛУ СЕБЕПТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖОЮ ӘДІСТЕРІ

19.1.

МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРДІ ҚОЛДАНУ САЛАСЫ ЖӘНЕ РЭА ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Радиоэлектрондық аппаратурала атқарушы механизмдерді басқару және электрлік энергияны механикалық энергияны айналдыру үшін механикалық және электромеханикалық түйіндер қолданылады. Механикалық түйіндер құрылғының электрлік сұлбасымен байланысып, оның жалпы қызмет етуіне әсер етеді, ал оның зақымдануы тоқтап қалуға, кездейсоқ бұзылуға және электр тізбегінің үзілуіне алып келеді:

- ақпараттар көзін жүктеу және шығару (кассета, диск және т.б.);
- кеңістікте әртүрлі электрондық аппаратура құрылғыларын орын ауыстыру (мысалы, роботталған кешендердің механикалық қозғалысы);
- атқарушы механизмдердің барлық қозғалыстарының берілілісі немесе түрленуі (мысалы, жүктеу қозғалтқышы білігінің айналуын тура сызықтық науа қозғалысына түрлендіру және т.б.);
- механикалық энергияны электрлік энергияға және керісінше түрлендіру (қозғалтқыштар мен генераторлардың жұмысы);
- тарататын және қабылдайтын антенналардың механикалық түйіндерін сканерлеу және баптау.

Механикалық түйіндерде туындалатын барлық бұзылулар жеке сипатқа ие. Олардың бірі басқаруды жоғалтуға алып келуі мүмкін, ал басқалары – кідіру мен аппаратға алып келуі мүмкін, механикалық бұзылу салдары тарататын және қабылдайтын антенналар үшін дабылдарды жоғалтуы, сыртқы сақтау құрылғылардан ақпараттың болмауы, оқу, жазба операцияларын орындау кезінде жұмыстың кідіруі, дыбыс пен бейненің бұрмалануы, ұйқы тәртібіне санкциясыз

өту немесе құрылғының толық тоқтауы болып табылады. Олар әдетте, механикалық түйіндерге дәлдемені дұрыс жүргізбеуден (бастапқы орнату), атқарушы механизмдердің сынуынан, майлаудың болмауынан, қозғалатын бөліктердің ластануынан, қозғалу барысында механикалық бөгеттерден, қозғалатын бөліктердің қалыпты ілінісуі болмауынан және т.б. туындалады. Оптикалық жинақтағыштар, магнитофондар, қабылдау-тарату бекеттері, ұтқыр және желілік байланыс аппаратурасы және басқалары сияқты құрылғыларда механикалық бөліктердің сынуынан істен шығу жиілігі электр сұлбаларының істен жығу санынан асып түседі.

РЭА құрылымын құрастыру кезінде оның элементтерінің қажетті қаттылығы мен механикалық беріктігін қамтамасыз етеді, аппаратураның жалпы жұмыс қабілеттілігі үшін сенімді каркас құрады. Құрылым қаттылығы – әрекет ету күшімен туындалған құрылымның деформациясын алып келетін әсер ететін күш қатынасы. Беріктілік деп қалдық деформациясыз немесе бұзылмай, құрылым төзе алатын жүктемені айтады. Құрылымның беріктілігін арттыруды қаттылық қабырғаларын қолдану, болттық қосылыстарды бекіту, «әлмек» пайдалану, берік және қатты пластмассалық материалдарды пайдалану арқылы қол жеткізеді. Механикалық қаттылық аппаратураның қозғалуы, сілкінуі, құлауы кезінде корпус ішінде бөлшектердің өзара орын ауыстыруын болдырмайды, яғни, тоқтап қалу санын азайтады. Керекше жағдайларда қолданылатын арнайы РЭА өндірісі кезінде негізгі құрылымдар ең оның құрамына кіретін түйіндердің беріктілігін арттыруды көбікматериалын құю (массасын аздар ұлғайту арқылы түйінді монолитті етеді) және қаптау (шасси элементтерін сілкінуден және құлаудан сақтайды) арқылы қамтамасыз етеді.

Механикалық беріктілікке аппаратура ішіне механикалық тербеліс жүйесінің туындауы кері әсер етеді. Бұл жағдайда әрбір масса белгілі бір жағдайларда тербеліс қозғалыстарды жасауға қабілетті, ал резонанс кезінде корпустың сынуы, үзілу, жарылу көзі болады.

Механикалық зақымданулар субъективті, сол сияқты объективті сипаттағы себептерге байланысты.

Объективті себептерге пластмассалық және резиналық өнімдердің физикалық ескіруі жатады, олар сынуға, шытынауға, созылуға, беріктігі мен иілгіштігінің жоғалуына алып келеді. Резина (пассик, тығыздамалар) және пластмасса (корпустың декоративті элементтері, тегершіктер, планка, төлке) өнімдердің ескіру жылдамдығына төрт фактор әсер етеді:

- пайдалану температурасы (көптеген радиоэлектрондық аппаратура үшін ол әдетте -50-ден +50 °C дейін орнатылады);
- механикалық «күйзелу» — ұзақ мерзім бойы пайдаланудың жоғары шегінде жұмыс істеу (айналатын бөліктердің жоғары жылдамдығы, старт-тоқтауда кернелі күштер, жетек белдіктерінің тартылу күшінің жоғары болуы);
- ашық ауада жұмыс істеу кезінде жарқын жарық және күн радиациясымен сәулеленуі (сыртқы қабылдағын және таратқыш антенналар);
- химиялық «күйзелу» - зиянды пайдалану ортасының әсері (бөлшектердің қызуы кезінде уытты газдардың бөлінуі, химиялық үдерістерді басқару тізбегінде жұмыс істеу).

Субъективті факторлар объективті себептер сияқты механикалық бөлшектердің зақымдануында біршама рөл ойнайды. Бұл төмендегідей факторлар:

- өзара үйкелуден механизмдерде жиналатын лас пен шаң; майдың болмауынемесе үйкелетін механикалық бөлшектерде оның уақытсыз толтырылуы (тегершіктерде, қозғалтқыш біліктерде, мойынтіректерде);
- ылғалдылық тәртібін қадағаламау, оның салдарынан резина жетек белдіктерінің, шайбалар мен тығыздаманың кебуі;
- соққы немесе абайсыз қолданудан құлауд нәтижесінде әшкә бөліктердің механикалық зақымдануы;
- кездейсоқ ішке ылғал түсуі, ол механикалық және псевдосенсорлық басқару панельдерінде пернелердің жабысуына алып келеді.

Аппаратураның әстен шығу себебі дірілді жүктемелер болуы мүмкін, олар реленің жалған іске қосылуына, түйсіктердің бұзылуына, айнымалы және жолақты конденсаторлардың сыйымдылығының өзгеруіне алып келеді. Олар механикалық қосылыстар мен құрылымның жеке элементтерінің бірігуін әлісерті мүмкін және артық тозуын тудыру мүмкін. Таңбасы ауыстарын жүктемелер мен дірілдің ұзақ әсері кезінде жинақталатын материалдың шаршауы да біршама әсер етеді. Шаршау құбылыстары құрылымдарда туындалатын үлкен механикалық кернеуде тезірек тыңдалады.

РЭА элементтері мен түйінлері үшін бұзатын әсерлер көі ұозғалтқыштар, акустикалық шулар, діріл, жылулық соққы, сызықтық аса жүктемелер және соққылар бола алады.

РЭА механикалық бөліктерінің барлық бұзылу түрлері не физикалық бұзылумен, деформациямен (иілу, майысу, ширатылу), сынумен, сызаттармен және жарылумен байланысты, не өзара орнатудың, дәлдеменің дәл болмауына, орын ауыстыру үшін бөгеттердің болуына байланысты. Механикалық түйіндердің бұзылуы механикалық сытыр, метал шертпек, кенеттен тоқтау, периодты емес істен шығу, бір қалыпсыз айналу және қозғалу арқылы білінеді және айқындалады. Күдікті шулар айқындалған соң корпусты ашады да, көзбен шолып механикалық зақымдану себебін айқындайды.

Кенеттен тоқтау, аппаратураның қоректендіру блогының «кезекші» тәртібіне санкциясыз өту немесе қозғалыстың үзілістігі себебі тек механикалық сынулар ғана емес, сонымен қатар тегершікті жұптардың өзара орналасуы бұзылуынан болады, оларды технологиялық белгілер (штрих, нүкте, ойықтар) бойынша корпуста және тегершіктерде аппарат жұмысының бір тәртібінде орнатады. Егер бұзылу себебін бірден айқындау мүмкін болмаса, жұмыс тәртібінің бірін қосады да, барлық механикалық түйіндердің қозғалуының біртектілігі мен бір сарындылығын қолмен тексереді.

Электрондық аппаратурада қозғалыстың берілісі мен түрленуі үшін әдетте белдікті және тегершікті берілістер қолданады. Белдікті берілістер жетекші білік өсінің айналуын біршама қашықтықта орналасқан жетектегі білікке береді, мысалы, бейнемагнитофондарда. Жазық белдіктер жетек белдіктеріне қарапайым мысалы болып табылады және олардың пайдалану сипаттамалары жақсы: жоғары тарту қабілеттілігі, жеткілікті берік және иілімді, жоғары үйкелу коэффициенті бар. Оларды мата немесе резиналанған негізден және иленген теріден жасайды.

Белдікті берілістің бұзылуын көзбен шолып анықтайды. Олар серпімділігінің жоғалуы, геометриялық өлшемдерінің өзгеруі, жұмыс беттерінің ластануы, үзілу және сызаттар түрінде туындайды. Резина массивінде көпіршіктердің болуы, қатпарлануы және пішіннен қатпарланып түсуі рұқсат етілмейді. Пішінін жоғалтқан жетек белдіктерін сондай параметрлі жаңасына ауыстырады, оларды жұмысшы жағындағы маркіленуі бойынша табуға болады. Альтернативті нұсқаға ауыстыру кезінде немесе типөөлшемін ауыстыру кезінде созылу беріктілігіне сынайды, ол 7,5 МПА аз болмау керек. Бұл жағдайда салыстырмалы созылу рұқсат

етіледі, бірақ номиналдыұзындықтан 160% аспау керек. Көзбен шолу кезінде белдіктер бетінің күйін тексереді, ол таза, тегіс және біртекті, жарылмаған, механикалық зақымданбаған және бөтен қосындыларсыз болу керек. Ақырғы тексеруді жұмыс тәртібінде жүргізеді. Егер орталығында аздап салбырау болып, беріліс секіріп кетсе, бұл белдіктің геометриялық өлшемдерінің ұлғайғанын білдіреді. Өлшемдерді өлшеу үшін екі өлшеуіш шкивтері бар құрылғыны қолданады, олардың арасына белдікті кереді. Шкивтердің біріне күш жұмсайды, керілуді бір шкивті 3 рет айналдырып тексереді. Олардың диаметрияларының шкивтер арасындағы қашықтықты өлшеп, белдік ұзындығын мына формуламен есептейді:

$$L_p = 2a + nd, \quad (19.1)$$

мұндағы a — шкивтер өстері арасындағы қашықтық, мм; d — шкивтер диаметрі, мм.

Белдікті берілістің бұзылу себебі шкивтер де болуы мүмкін. Олар қозғалыстың біртектілігін анықтайды және белдіктердің беріктілігіне және оладың жұмыс күйіне әсер етеді. Шкивтерді МЕСТ 9378-93 бойынша үлгілермен салыстыру арқылы жырашықтың жұмысшы бетінің бұдырлығын анықтайды. Шұрықтылық, сызаттар және ойылу рұқсат етілмейді. Белдікті берілістің ұзақ мерзімділігі мен сапасы шкивті дұрыс теңгеруге тәуелді, ол кезде біртекті айналуын лу үшін массасын таратады. 5 м/с артық жылдамдықпен жұмыс істейтін шкив теңгерілу қажет. Белдікті беріліс шкивтерінің статикалық теңгерілімінің дәлдік нормасы төменде келтірілген.

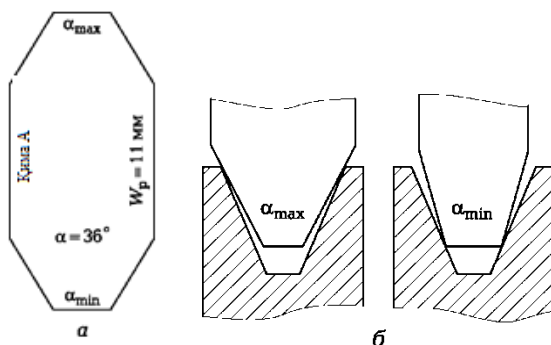
Шкив жылдамдығына байланысты рұқсат етілген теңгерімсіздігі

Айналу жылдамдығы, м/с *Рұқсат етілген теңгерімсіздік, г·м**

5-тен 10 дейін	6
10 жоғары	3
15-тен 20 дейін	2
20-дан 30 дейін	1

* $г \cdot м$ — теңгерілмеген массаны оның роторға дейін қашықтыққа көбейтіндісі

Статикалық теңгерімді құрылғыларда немесе теңгеретін станоктарда жүргізеді. Теңгерімсіздікті шкив қаптауының бүйірінде саңылау бұрғылау арқылы немесе оның периметрі бойынша металл



19.1-сурет. Сыналықты өлшеуге арналған калибр: а — калибрдің жалпы түрі; б — өлшеу әдісі

таңдау бойынша жүргізеді. Принтерлер мен сканерлерде қолданылатын сына тәрізді белдіктерге арналған шкивтер де келтірілген әдістеме бойынша тексерілу қажет. Бұл жағдайда бұндай шкивтердің сапасын кірме бақылау арнайы бұрыштық калибр көмегімен сыналығын (19.1-сурет) және тереңдік өлшегішпен ойық тереңдігін өлшеуден тұрады.

Көбіне механизмдердің тоқтап қалу себебі бір механикалық қызметтің орындалуы (мысалы, жүктеменің аяқталуы немесе диск айналуының оңтайлы жылдамдығына жету) және басқасын өту туралы дабылдың орталық процессорге түспеуі болып табылады. Бұл дабылдар соңғы позицияларда орнатылған қарапайым батырмалармен қалыптастырылады. Оларды басып көріп, сәйкес шығуында қысқа тұйықталудың пайда болуын белгілеп тексереді.

Ертеректе айтылғандай, РЭА корпусының және оның ішкі құрылымдарының механикалық беріктілігі өзінің резонанстық жиіліктерінің болуына тәуелді. Соққы, діріл арқылы циклдік механикалық әсер еткенде корпустың өзінің тербелу жиілігі мен сыртқы әсер жиілігімен сәйкес келуі мүмкін, нәтижесінде резонанс жүреді де, корпустың толық бұзылуы жүреді. РЭА түйіндерін әртүрлі механикалық әсерге ктөзімді болатындай етіп жасау тиімді емес, себебі құрылым беріктілігін ұлғайту ақырында оның массасының ұлғаюына алып келеді. РЭА діріл мен соққыдан оқшаулаудың негізгі әдісі резина, металлрезина және металсеріппе амортизаторлар түріндегіректерге аппаратураны орнату болып табылады. 19.1-кестеде амортизаторлардың негізгі жиілік сипаттамалары келтірілген.

19.1-кесте. Амортизаторлардың жиілік сипаттамалары

Амортизатор түрі	Өзінің тербелу жиілігі, Гц	Ауытқу тербелістерінің диапазоны, Гц
Аз жиілікті	4	5 — 60
Орташа жиілікті	8—12	15 — 600
Жоғары жиілікті	20 — 30	35 — 2 000

РЭА-да қоқолданылатын амортизаторлардың екі типін бөуге болады: соққыға қарсы және дірілге қарсы.

Соққыға қарсы амортизаторлар жүйенің өз жиілігін (амортизатордағы аспап) жасанды арттырады да, ол ауытқу тербелістері жиілігінен жоғары болады.

Дірілге қарсы амортизаторлар жүйені жиілігі ауытқу жиілігінен төмен болатын күйге келтіреді, сондықтан көбіне РЭА дірілдері орташа жиілікті амортизаторлармен, ал соққылар жоғары жиілікті амортизаторлармен оқшауланады. Дірілден қорғалған РЭА салыстырмалы түрде соққыға төзімді, ал соққыдан қорғалған РЭА дірілге төзімді емес екенін ескерген жөн. Амортизаторлармен байланысты бұзылуларды резина және серіппе төсемдердің тозуы бойынша анықтайды. Жанадан жөнделген өнімді жинақтау және монтаждау кезінде резиналанған және серіппелі шайбаларды жиі орнатпай жатады, нәтижесінде тұрақтылықтың күрт төмендеуіне алып келуі мүмкін.

19.3.

ТҰРМЫСТЫҚ АППАРАТУРАНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ БАПТАУ

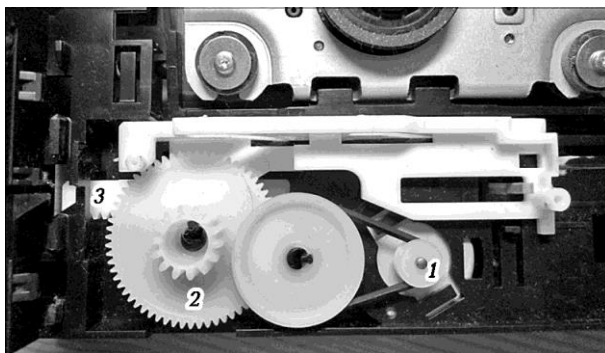
Көпфункционалды электрондық аппаратураны жинау-монтаждау операцияларының сапасы электромеханикалық түйіндерге дәлдеме жүргізуге (бастапқы орнату) тәуелді. DVD-ойнатқыштардың, бейнемагнитофондарды және шеткі есептеу техникасы құрылғылардың (принтерлер мен сканерлер), микротолқынды пештердің, кір жуу машиналарының және т.б. бұзылуының 30 % астамы механикалық бұзылуға жатады.

Жөндеу тұрғысынан барлық механикалық түйіндерді олардың функционалдық тағайындалуы және осы функцияларды жүзеге асыру түрі бойынша топтарға бөлу керек:

- мәліметтер көзі мен ақпараттарды жүктеу және шығарып алу құрылғылары (кассеталар мен дисктер);
- ақпаратты алумен байланысты қызметтерді орындауға арналған құрылғылар (лазерлік және сканерлейтін бастардың жылжуы, дисктердің айналуы, кассеталарды айналдыру, спутниктік қабылдағыш антенналарын жылжыту, желілік аппараттарда байланыс желісін қосу және ажырату және т.б.);
- механикалық түйіндердің жылжу жылдамдығы мен дәлдігін бақылаушы құрылғылар (датчиктер, микроажыратқыштар және тіркегіштер);
- қолмен басқару органдары (батырмалар, сенсорлар және қосып-ажыратқыштар).

Көптеген «механикалық» мәселелер бейне- және аудиоақпараттарды және мәліметтерді жинақтағыштарға жүктеу және шығарып алу көздері (дисктер мен кассеталар) операциялармен байланысты. Жүктеу кезінде аздаған дәлсіздік теңгерімсіздікке, сонымен қатар басқа функцияларды орындау кезіндегі қателерге алып келеді. Бағдарламалар арқылыосы бұзылудың туындау жағдайында ескерту және иыйым салу шараларын қабылдауы кездейсоқ емес. Жүктеу құралдары құрамына науаша және кассетақабылдағыш; жүктеу қозғалтқышы; тегершіктер мен қозғалтқыштаңы біліктің айналу қозғалысын ілгерімеліқозғалысқа түрлендіру планкалары; жүктеудің аяқталуы туралы бадыл беретін микроауыстырып қосқыш;аппаратураның барлық қалған механизмдерін «Старт» күйіне орнататын тегершікті жұптар кіреді.

Дискті диск салғыш науашаға орнатқанда (19.2-сурет) процессор командасы бойынша (басқару батырмасын немесе дистанционды



19.2-сурет. Дискті диск салғышға жүктеу механизмі:

1 — жүктеу қозғалтқышының өсі; 2 — жүктеу қозғалтқышының жетекші тегершігі; 3 — науашаны жылжытатын тегершікті планка

басқару – ДБ пультін басу) немесе науашаға механикалық әсер ету кезінде жүктеу қозғалтқышы 1 айнала бастайды, белдікті беріліс арқылы айналуды тегершікке 2 береді, ол планкамен 3 ілініске түседі де, диск салынған науашаны ішке жылжытады. Бұл қозғалыс науаша механизмі шеткі күйге жеткенше жүзеге асады, содан соң микроауыстырып қосқыш әске қосылады да, қозғалтқыш өшіріледі. Осындай әрекеттер магнитофондар мен аналогтық бейнекамераларда кассетаны жүктеу кезінде жүзеге асады, тек жүктеумен бірге тегершікті беріліс механизмі таспаны созып, оны жұмыс күйіне орнатады.

Оптикалық дисктер мен магниттік тасушыларды жүктеу және шығарып алу түйіндеріндегі механикалық бұзылумен байланысты мәселелер және олардың себептері төменде келтірілген.

Оптикалық дисктер мен магниттік тасушыларды жүктеу және шығарып алу жүйесінің ықтимал бұзылуы

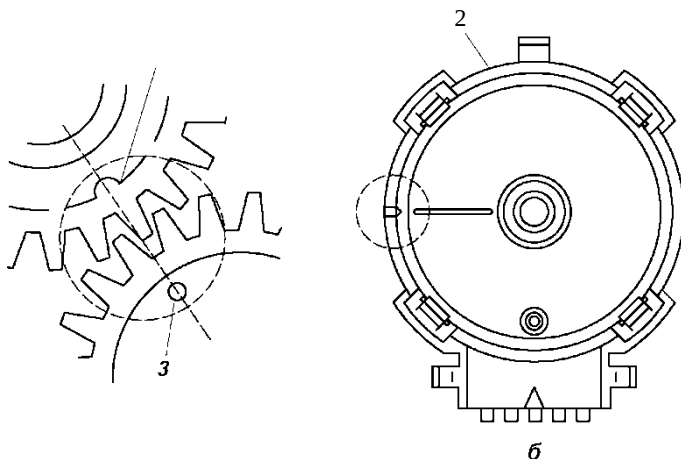
Бұзылу	Себептері
Диск жүктелмейді. Науаша жылжымайды немесе қозғалу басында тіреліп қалады Электроника диск салғышта дискті таппайды, «Диск жоқ», «Диск табылған жоқ» және т.б. жазбалар шығады	Жүктеу қозғалтқышының бұзылуы. Құрылғы ішінде науашаның жылжу түйіндері зақымданған. Бұзылу жүктеу механизмінің дұрыс жұмыс істемеуімен байланысты. Жүктеу механизмі шпиндельдік қозғалтқыш платформасында дискті дұрыс позицияламайды. Дисктің айналу жылдамдығы жеткілікті емес.
Кассетаны каассета қабылдағышқа салған кезде, ол кері шығады	Жүктеу жүйесінің, белдікті берілістің бұзылуы, жүктеу қозғалтқышының қуаты жоғалуы. Тегершікті жұптардың, ажыратып қосқыштардың және оптожұптың сынуы
Кассета аппарат ішіне кірмей, аралық позицияда орналасады Кассета жүктеледі, бірақ аппарат басқа командаларды қабылдамай, кезекші тәртібіне өтеді Кассета немесе диск бірнеше реттен кейін ғана жүктеледі	Жүктеу қозғалтқышы мен тегершікті берілістің бұзылуы Микроажыратып қосқыштардың, кассетаны айқындау оптожұптың бұзылуы, бағдарламалық тегершіктің сынуы Жетек белдігінің әлсіреуі бұзылуы, тегершіктің бірі жарылуы, микроажыратып қосқыштың жабысуы

Жүктеу барысында тасымалдаушының аппарат ішіне жылжуы ғана жүрмейді, сонымен қатар барлық механизмдер бастау күйіне келтіріледі. Бұл жағдайда кез-келген әстен шығу тексеруді қажет етеді. Тұрып қалған кассеталар мен дисктерді механикалық құралдар көмегімен шығарып алуға тыйым салынады. Оптикалық дисктері бар диск салғыштар үшін алдыңғы панельде монтаждау сағылауы қарастырылған, оған жіңішке жомалақ стилет (істік, ине) салады, сонда науаша жылжиды. Магнитофон мен бейнекамерада бұндай шығарып алу нұсқасы қарастырылмаған.

Механикалық түйіндерді жөндеумен байланысты барлық әрекеттер, пассивтерді алмастырудан басқа, барлық механикалық түйінді бөлшектеу арқылы жүргізіледі. Бұл жағдайда бөлшектеу ж.рісін қатаң бақылау, хаттама жүргізу қажет, бөлшектердің өзара орналасуын, әсіресе, чейнджер типті күрделі аппараттарда – автомагнитолла мен музыкалық орталықтарда қолданылатын көп дисклі жинақтағыштарда есте сақтау керек (қажет болса). Егер мүмкіндік болса, қандай әрекет кезінде «Бастау», «Тоқтау» немесе «көрсету» механизмдері тоқтауы жүргенін орнату керек.

Оптикалық жинақтағыштар ақпаратты магнит таспаларна жазу және сақтау орнын алып жатыр, сондықтан жүктеу және шығарып алу механизмін жөндеу әдістерін осылардың мысалында қоарастырған жөн. Корпусты бөлшектеу және дискті шығарып алу, ешқандай қиындықтар тудырмайды, текчинейджерді бөлшектеуде қиындау болады, оларды бекіткенде корпуста ілмектер қолданылады, оларды ашу керек.

Механикалық бөліктердің бір-біріне өзара әсерін ескеріп, зақымдануларды қалдырып кетпеу үшін, механизмді әр бөлшегін жеке бөлшектейді. Бөлшектеуден кейін барлық бөлшектерді көзбен шолып тексереді: тегершіктер, планкалар, жетек берілістері, қозғалтқыш өстері, бағыттаушылар («салазка»). Жарылу, шытынау, деформация, көзге көрінетін тозу белгілері болуы рұқсат етілмейді. Күдікті ақаулары бар бөлшектерді алмастырады. Жетек белдігінің тартылысын тексереді (көзге көрінетін салбырау болмау керек, ал шкив айналған кезде кедергі немесе сырғанап кету байқалмау керек). Қолмен жанасатын бөлшектердің жылжуының бір сарындылығын, қозғалтқыш өсінің айналуын (жүктеу қозғалтқышының біліктері аздап күшпен қозғалады, ал қалғандары – сәл тигеннен қозғалады) тексереді. Қозғалтқыштар өстері түзу және таза болу керек, егер олар деформацияланған болса, қозғалтқышты жинақта алмастыру арқылы жөндейді. Механизмді жинауды кері ретпен жүзеге асырады, тегершіктердің өзара орналасуы дұрыстығын қадағалайды. Дұрыс жиналмаған механизм тоқтап қалуға және қоректендіргіш блогының



19.3-сурет. Дискті диск салғышқа жүктеу механизмінде тегершіктердің өзара орналасу сұлбасы:

а — жетекші тегершіктің 1 жетектегі тегершікпен 3 ілінісуі; *б* — корпустағы белгіге қатысты тәртіптерді бағдарламалық ауыстыруды 2 орнату

кезекші тәртіпке өтуіне алып келеді, о механизмдердің әләнәстә «бұру» әрекетімен, түрлендіру басында тоқтаумен, дисктерді нөмірлеудің істен шығуымен (чкйнджерде) байланысты туындалады. Жалпы, егер жазба және түрлендіру аппаратурасы қандай да бір тәртіпті орындауда дұрыс істемесе, онда дискті жылжыту механизмі және оны тану әстен шыққан.

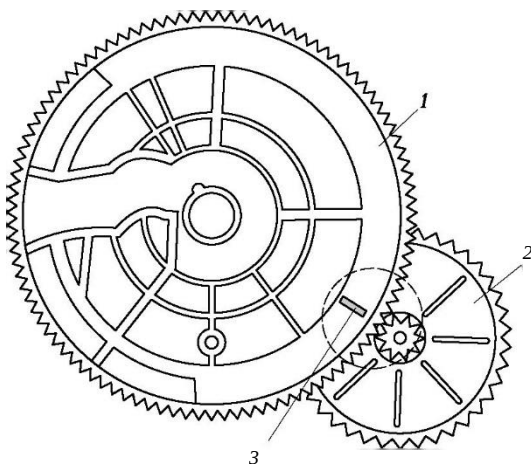
19.3-суретте бейнемагнитофонда тегершіктердің өзара орналасу нұсқаларының бірі көрсетілген. «Тоқтау» тәртібіндегі тегершіктер жетекші жүктеу тегершігіндегі 1 дөңес жетектегі тегершіктегі технологиялық саңылаумен 3 сай келу керек. Осы чейнджерде тәртіптерді басқару (түрлендіру, алға-артқа айналдыру, дискті таңдау) ажыратып-қосқыштың 2 жоғарғы бөлігінің астыңғы жылжымайтын бөлігіне қатысты айналуымен қамтамасыз етіледі, «Тоқтау» тәртібінде олар бір біріне сәйкес келетіндеу орнатылады.

Лазерлік бастың, магниттік таспаның жылжу механизміндегі бұзылулар соққы немесе аппараттық құлауы салдарынан тегершіктердің бірі жарылуынан (сынуынан) туындалады. Барлық тәртіптерді ажыратып қосқыг 2 арқылы басқаратын, бағдарламалық тегершіктің істен шығуы (кәсіби мәліметтерді жазу және түрлендіру құрылғыларында қолданылады) (19.3-сурет) кез-келген бұзылуға алып келеді: толық бұзылудан басқарылмайтын әрекеттерге дейін.

Бұл жағдайда тегершік өзі жөнді болуы мүмкін, бірақ аппаратқа механикалық әсер етекенде, штифт басқа жырашыққа түсіп кетеді де, басқару бұзылады.

19.4-суретте магнитофондар мен бейнекамераларда таспа тарту механизмдерінде жүзеге асырылған, бағдарламалық тегершіктің бірінің сыртқы түрі көрсетілген. Бағдарламалық тегершікте 1 жырашықтар ойылған, олар арқылы штифт жылжиды. Тегершік қозғалысқа тегершік 2 арқылы жүктеу механизмімен түседі. Штифт иінтірегі (суретте көрсетілмеген) микроажыратып қосқыштар арқылы электрлік бөлігін жұмыс күйге келтіреді. Әрбір жазу және түрлендіру аппаратурасын өндіруші өз тегершігін өха «бағдарламалайды» (жырашық суретін құрады және штифтік қозғалу траекториясын жасайды), оған тәртіптің өзгеру ретін және оны орындау жүрісін жазады.

19.3-суретте көрсетілгендей, белгі бойынша орнату ережелері әртүрлі болуы мүмкін, бірақ оардың барлығы бір заңға бағынады: дискті (кассетаны) орнату кезінде корпус ішіндегі барлық тәртіптер «Тоқтау» позициясынан «Бастау» позициясына ауысады. Бұл тәртіпте бағдарламалық азыратып ққосқыш жүктеу қозғалтқышын өшіреді, лазерлік бас (магнит бас) жазу немесе түрлендіруге дайындық позициясына шығады да, шпиндельдік қозғалтқыш (бейнемагнитофон мен бейнекамераларға арналған мотор-капстан



19.4-сурет. Іліністе дисковод салғышқа дискті жүктеу механизмінің бағдарламалық тегершігі:

1 — бағдарламалық тегершік; 2 — жүктеу механизмі тегершігі; 3 — орнатуға арналған белгі

сәйкесінше дискті немесе айналатын бастар блогын айналдырады. Жөндеудің ақырғы кезеңінде толық жиналған механизмде механикалық тексеру және электрлік тестілеу жүргізеді. Механикалық тексеру кезінде жүктеу қозғалтқышы білігімен жалғанатын тегершікті қолмен айналдырады. Егер жүктеу бәр сарынлы және аяғына дейін орындалса, электрлік айдауды жүзеге асырады, механизмді басқару платасын аппараттың негізгі платасына қосады да, корпусы жаппау, барлық операцияларды имитациялайды: тиеу-шығару тәртібі, түрлендіру және алдыңғы панель батырмаларынан айналдыру.

Түрлендіру барысында істен шығу, бір жолдан екіншісіне секіріп кету, біраз уақыттан кейін тоқтап қалу сияқты бұзылу себептері механикалық түйіндердің ластануы болуы мүмкін, әсіресе механизмдерді жылжытатын тісті планкалар, пластмасса және метал сырғанау механизмдері, байқау немесе жүктеу қозғалтқышы жетек белдіктері тез ластанады. Май ластану болса, бәтес майлықты спирт-ректификатқа немесе бензол-эфир қоспасына сулап алып немесе тегершіктер тістері арасын щеткамен тазалайды. Тазартылған беттерді аздап силикон майымен жағады. Майлау көп болмау керек, себебі ол басқа қозғалатын жүйелердің ластануына және сырғып кету әсерінің туындауына алып келуі мүмкін.

Егер жүйенің бірнеше рет дискті айқындаудан кейін индикаторда «Диск жоқ» жазбасы пайда болса, онда механикалық бұзылу атқарушы механизмдерді (желілік байланыс аппараттарында, қарапайым телефондарда) қосу электрлік сұлбасына басқаруды беретін соңғы микрожыратқыштың немесе шпиндельдік қозғалтқыштың (оптикалық жинақтағышта) бұзылу салдарына байланысты. Оның жөнділігін, және микрожыратқыш иінтірегіне тірелгенше науаша механизмінің жеткізу дәлдігін тексереді. Таспа тартылған механизмдерде микрожыратқыштардың орнына оптожұптарды қолданады: жарық сәулесі жарық диодынан жарық өткізгіш бойымен (мөлдік кварц шыны немесе еркін ауа кеңістігі) фотоқабылдағышқа түседі. Егер сәуле бойынша мөлдір емес бөгет болса (мысалы магниттік таспа), онда ток фотодиод арқылы үзіледі де, басқару орталық процессорға беріледі, ол пайдаланушының әрекетін күтеді (алдыңғы панель батырмасын басу немесе дистанциондық басқару пультін басу). Жарық- және фотодиодтар өстерінің ластануы немесе механикалық бұрылысы әстен шығуға алып келеді. Жарық диоды –фото қабылдағыш жұбының өзара орналасуын реттеуді фотодиодты жарықтандыру кезінде максималды ток өткізуін қамтамасыз ету, жарық диодын өсі бойынша бұру арқылы жүзеге асырылады. Жарық диодтарының

барлық мөлдір жерлерін изопропил спиртімен орталығынан шетіне қарай сүртеді. Бұны сонымен қатар кодтық жетімділік пен бақылау жүйелеріне техникалық қызмет көрсетуде қолдануға болады, онда инфрақызыл сәулелену қолданылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Механикалық зақымданулар радиоэлектрондық аппаратура жұмысына қандай әсер тигізеді?
2. Оптикалық дисктерде жинақтағыштардың механикалық түйіндерінің құрамын сипаттаңыз.
3. РЭА механикалық түйіндері жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін қандай алдын алу шараларын орындау қажет?
4. РЭА механикалық түйіндері жұмысында бағдарламалық тегершіктің рөлі мен тағайындалуын атаңыз.
5. РЭА-да дірілмен күресу шараларын атаңыз.
6. РЭА өнімдерінде қозғалыстың белдікті берілісінде қолданылатын шкивтерді жөндеу қалай жүргізіледі?

РЭА ОПТИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ

20.1. РЭА ОБЪЕКТИВТЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ, ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ

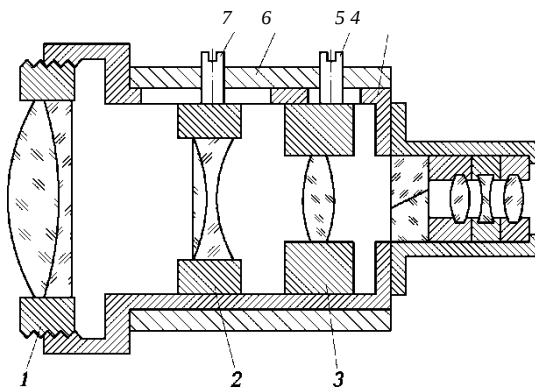
РЭА-да оптика-механикалық құрылғылар суретті қабылдау құрылғыларында (фотоматрицаларда, фотодиодтарда және фототранзисторларда) қалыптастыру үшін оптикалық материалдар (линза, айна, бейнелегіш үлдірлер, сүзгі) арқылы оптика заңдарын қолданатын аспаптар классына жатады.

Оптика-механикалық құрылғылар фото және бейнекамераларда және тіркегіштерле, лазер сәулесін қалыптастыру және дәлдеу жүйелерінде, арнайы байқау және бақылау оптикасында қолданылады. Оптиканың негізгі элементі объектив болып табылады, ол бағытталған жарық ағынын қалыптастырады, оның фокусы мен ажыратылымдылық қабілетіне жауап береді және линзалар, сүзгілер, жартылай мөлдір шағылыстыратын оптикалық сүзгілерден, призмалар мен айналар жинағынан тұрады. 20.1-суретте объективтің құрылымдық құрамы келтірілген.

Көп есе ұлғайтатын барлық заманауи оптикалық жүйелер екі және оннан көп линзалардан тұрады, механикасы дәл, сондықтан толық жинақталған объективте абберация, деорталықтандырудың пайда болуын тудыратын технологиялық қателіктерді айқындау аса күрделі мәселе болып табылады және оны тек жоғары білікті техник-оптик жасай алады. Оптикалық элементтерден тұратын РЭА жөндеу барысында оптика-механикалық жүйелердің бұзылуын (фокус жоғалту, сыналану және т.б.) жиі кездестіруге болады, олар соққы, ұрылу, білікті емес араласу себебінен туындайды, осыған орай оптика-механикалық түйіндерді қарапайым баптау және реттеу процедураларымен байланысты параметрлерді қалпына келтіру

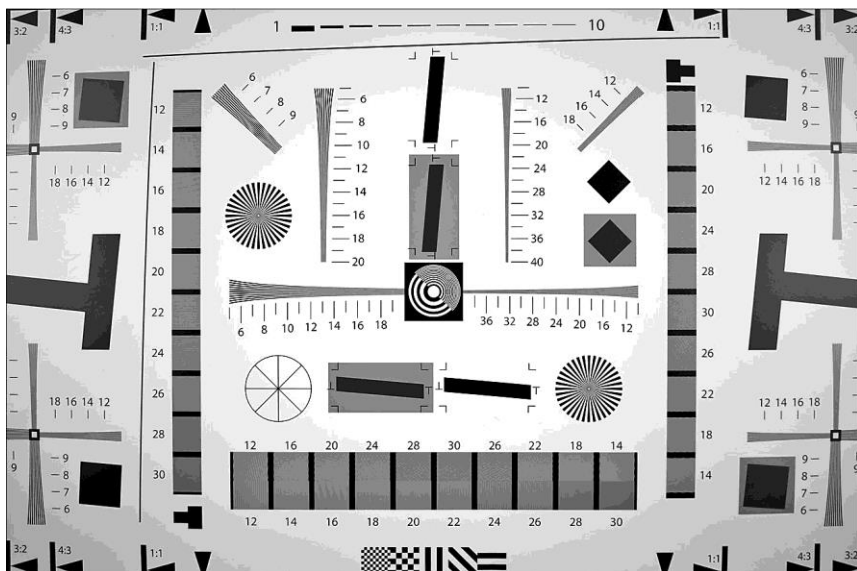
бойынша белгілі бір әрекеттерді РЭА монтаждаушы білу керек. Автоматты (лазерлік басты автофокустау кезінде оптикалық өтемдеу) немесе механикалық (бейнекамерв фокусын баптау кезінде механикалық өтемдеу) басқарылатын айнымалы фокусты жүйелерде оптиканы реттеудегі анықтаушы фактор жарыққа сезімтал матрица орналасқан кескіндеу жазықтығының тұрақты орналасуы болып табылады. Механикалық басқарылатын объективтерде линзалардың бір тобы (20.1-суретте линза 1) бұрандалы бағыттаушы бойынша қозғалады да, сол арқылы оптикалық өтемдеу (автоматты басқару) бар объективтерде кескіндеу жазықтығының орналасу тұрақтылығын қамтамасыз етеді, ол трансфокация деп аталады, линзалар тобын басқарылатын қозғалтқыштар көмегімен жылжытады.

Фокустандыруды реттеу. Фокустың жоғалуы кезінде бейне бұлдыр, айқын емес болады. Орталықсыздандыру деп, оптикалық бет қисығының орталығының (мысалы линзаның ең дөңес бөлігі) оптикалық аспап өсінен ығысуын айтады, оптик элементтерінің өзар өссіздігі немесе перпендикулярсыздығы түрінде туындалады. Бұл объектив өрісі бойынша кескін параметрлеінің бұрмалануына әсер етеді. Егер сурет айқы емес және оның геометриялық өлшемдері шетінде немесе орталығында бұрмаланған болса, бұл құбылысты *абберация* деп атайды. Ол әдетте оптикалық элементтерді (линзаларды) жасау кезіндегі қателерден туыдалады және жөндеу барысында жойылмайды. Бұл жағдайда сапасы бойынша қанағаттан-



20.1-сурет. Объективтің құрам бөліктері:

1 — алдыңғы жинақтаушы жазық-дөңес линзаның жиектемесі; 2 — бапталатын асигматикалық линза жиектемесі; 3 — бапталатын жинақтаушы қосдөңес линза жиектемесі; 4 — корпус; 5 және 7 — саусақтар-бекіткіштер; 6 — жұдырықша



20.2-сурет. Объектив сапасын бағалауға арналған тестілік кесте

дырмайтын объективті ауыстырады. Объектив линзаларын бір біріне қатысты алғашқы орнату колмен дәлдеме жүргізіп жүзеге асырылады. Бұл операцияны тек объективті толық бөлшектеп орындауға болады. Дәлдеме бойынша алғашқы әрекеттер төмендегілерден тұрады:

- әр құрам бөлікті баптау және фокусты бақылау (әр түйінді жеке құрастырады);
- арнайы тестілік кестелер көмегімен барлық жүйе фокусын баптау;
- орталықсыздануды жою.

Дәлдеменің берілген дәлдігі мен сапасын келтіру тәсілдері (объектив линзаларын бір біріне қатысты жылжыту), линзалардың өзара алмасуы және таңдау арқылы қамтамасыз етіледі. Баптау тестілік кесте бойынша жүргізіледі, олар мира деп аталады. Осы мақсатқа арналған аса діл тестілік кесте 20.2-суретте көрсетілген. Ол жеткілікті дәл фокусты, ажыратылымдылық қабілетін, орталықсыздануды және абберацияны анықтауға мүмкіндік береді.

Кестемен жұмыс істегенде оны объектив алдына қояды да объективтің максималды ажыратылымдылық қабілетінде және жарықта суретке түсіреді, бұл кезде алынған суретте барлық өріс бойынша барлық цифрлар мен әрбір сызық айқы көріну керек.

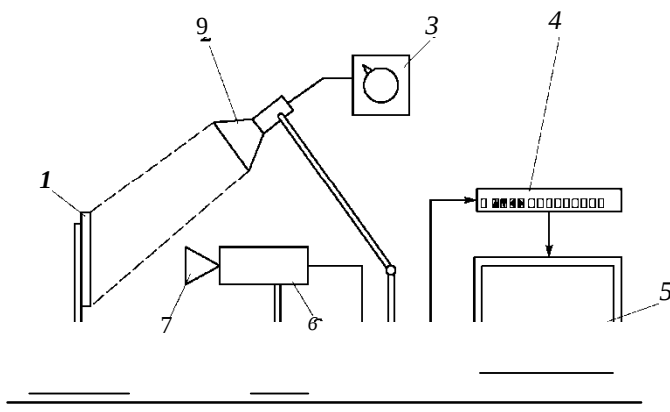
Осылайша, объектив сапасын тексеруге болады. Дәлдеме жүргізген соң жылжытылатын бөлшектерді (20.1-суреттегі линзалар 2 және 3) желіммен, бояумен бекітіледі немес бұрандамен бұралады. Желім іртекте жағылмаса, оның полимерленуі кезінде кернеу күштері туындап, линзалардың ығысуын тудыру мүмкін, оның нәтижесінде дәлдеме және арнаның оптикалық өсінің өзара өстілігі бұзылуы мүмкін. Бұл әсерді азайту үшін т е р м о ц и к л д е у тәртібін, яғни, белгілі бір уақыт тұрғызып, температураны арттыру немесе төмендету үдерісін жүргізеді.

Бір линзаның орталықсыздандырылуын анықтау кезінде миарадағы сынаны өлшейді (арнайы сурет салынған шаблонда). Екі немесе одан көп линзаларды жабысуын орталықсыздануын тексеру үшін интерферометр принципідегі аспапты қолданады. Лазерлік шоқ линза арқылы өтеді. Линзалар беттері арасында интерференция туындайды. Беттер параллель жерде интерференциялық сақина көрінеді. Осы сақинаның орталығы – линзаның оптикалық орталығы.

Объектив бір линзадан тұрған жағдайда (лазерлік сәуленің фокустау жүйесі) немесе жабыстудың тұрса (фото және бейнекамералардың объективтері), онда оған дәлдеме жүргізу кезінде линзалардың әрқайсысы өз жиектемесінде орталықтандырылған және бекітілген жинақтау әдісін ескереді. Бұл ең сезімтал линзалық элементті өзінің орталықсыздандырылуы толық немесе ішінара қалған оптикалық элементтердің орталықсыздандырылғанын өтегенге дейін, жылжыту немесе айналдыру арқылы орталықтандыруды жүргізуге мүмкіндік береді. Объективтің «өзінің» ұзынынан дәлдеме жылжуы үшін оның корпуста жылжыту мүмкіндігі қарастырылған. Осы мақсатта көбінесе объективтің корпустық бөлшегіне ойма тіледі немесе радиалды ойық қалдырады, ол арқылы объектив линзалары жылжиды және бұрандамен бекітіледі. Осындай әдіспен фокустың жоғалуы линзалар тобын немесе жиектемеде орнатылған линзаларды ұзынынан ығыстыру есебінен жоюға болады (20.1-сурет). Дәлдеме сапасын бақылау 20.3-суретте көрсетілген тестілік қондырғыда жүргізеді.

Өндіріс жағдайында келесі операциялардан тұратын оптикалық жүйелерді бақылау және дәлдеме технологиясы қолданылады.:

- фофокусты бақылау өлшеу;
- құрылғы корпусынан объективті демонтаждау;
- объективтің қондырылған жерінен үгілген бояуды, шанды және кірді бүріккішпен үрлеу;
- объективті ішінара бөлшектеу;
- объективті жөндеу күйіне орналастыру;



20.3-сурет. Фокус бойынша объективті дәлдеме сұлбасы:

1 — тестілік сынақ кестесі; 2 — жарықтандырғыш аспап; 3 — жарықтандыруды реттегіш; 4 — бейнедетектор; 5 — бейнемонитор; 6 — ТВ-камера; 7 — объектив

- жөндеу күйінде нысанада фокусталуды тексеру;
- жиектеме ұзынынан және көлденеңінен орналасқан күйде объектив линзаларына дәлдеме жүргізу;
- линзасы бар жиектемелерді объектив корпусына бұрандамен немесе желіммен бекіту;
- модельде фокусты және орталықсыздандырылуын екінші рет тексеру;
- объективті корпусқа монтаждау.

20.2.

БЕЙНЕ ПРОЕКТОРЛАРДЫҢ ОПТИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ

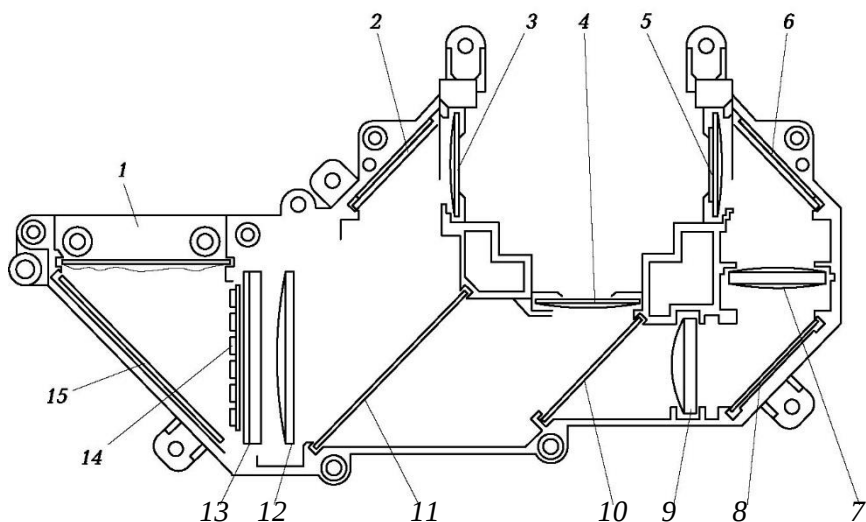
Проекциялық аппараттарда (мониторларда, теледидарларда және электрондық LCD-проекторларда) линзалар мен айналар жүйесін қолданады, олар кәдімгі шамнан түсетін ақ түс ағынын қызыл, көк және жасыл түсе бөледі. 20.4-суретте бейнепроектордың жартылай мөлдір айнаар, поляризациялық сүзгілер және айналар жүйесі келтірілген, олар сәулелерді объектив арқылы экранға шығарады.

Линза-интегратор жарықтанудың біртекті таралуын қамтамасыз етеді, жартылай мөлдір айналар жарық ағынын үш

сәулеге бөледі, линза-компенсаторлар үш бөлінген сәулені матрица жазықтығына біртекті келуін қамтамасыз етеді. Проектордың электрондық бөлігі жұмысына толық тоқтамай, оптика-механикалық түйіндермен байланысты мәселелерге көңіл бөлейік. Мысалы, айналар мен линзалардың механикалық ығысуындағы қателер, сонымен қатар жандыру шамының зақымдануы төменде келтірілген бұзылуға алып келеді.

Проекторлардың ықтимал бұзылуы

Бұзылдың пайда болуы	Себебі
Бейне аса қошқыл, шамның ұзақ қызуымен қатар жүреді	Шамды пайдалану мерзімі аяқталған
Бейне бір түсті боялған	Шам немесе поляризацияланған сүзгілер бұзылған
Бейне жеке пиксельдерге шашыраған	Поляризацияланған сүзгілер бұзылған



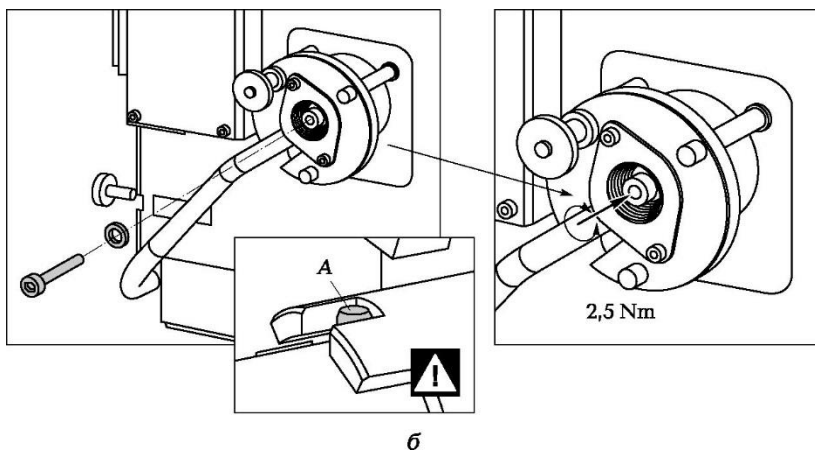
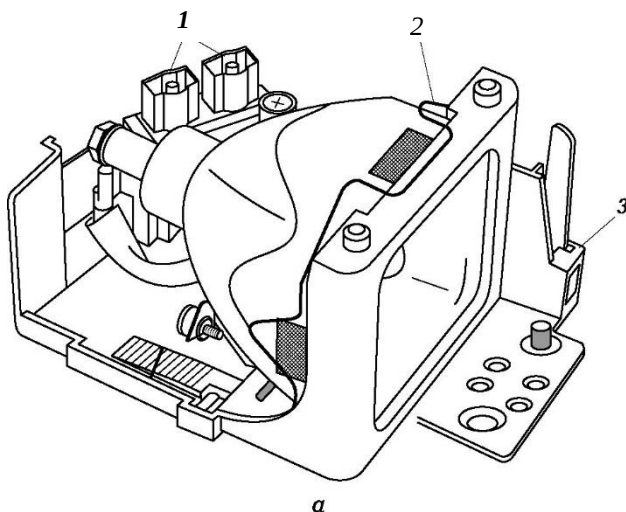
20.4-сурет. Проектор линзалары мен айналарының орналасуы:

1 — линза-интегратор; 2 — В-сәуленің айнасы; 3, 4 және 5 — сәйкесінше R, G және B конденсаторлық линзалары; 6 және 8 — R-сәуленің айнасы; 7 және 9 — сәйкесінше кіру және шығуды ауыстырғыш линзалары; 10 және 11 — сәйкесінше V және G арналған айналар; 12 — конденсаторлық (қысу, тығыздау) кірме линзасы; 13 — поляризатор; 14 — шығуындағы линза-интегратор; 15 — айна

Бейненің жарқындығы	жеткіліксіз	Линза-интегратор, поляризатор, шам ығысқан
Түстердің инверсиясы		Конденсаторлық линзалар, шам ығысқан
Бейнедегі дақтар		Поляризаторар, жартылай айналар ығысқан немесе ластанған

Келтірілген жағдайлардан оптикалық жүйелердің көптеген бұзылуы шамның дұрыс жұмыс істемеуімен байланысты. Бұл жағдайда шамды ауыстырады. Шамды ауыстыру техникалық құжатта толық сипатталған, шаммен жарықтандыруды қолданатын кез-келген проекторға тән жалпы принциптер да бар. Шамды пайдалану уақытының қалдығы 5 % және одан төмен мәнге жеткенде немесе кген бейненің немесе түс беру сапасының біршама нашарлауы байқалғанда, оны ауыстыруға ұсынылады. Өзіне тән дыбыс (сытыр) шамның бұзылуын білдіреді, ол үлкен соққы, жеткіліксіз суытумен, бетінде сызат пайда болуымен немесе уақыт өте шам күйінің нашарлауымен туындалуы мүмкін. Қорек көзінен ажыратқан соң шам түйінін 1 сағаттан кейін суырып алады, ол толық сууы қажет. Шамды ауыстырудың технологиялық картасы түйінді алудан, шамды демонтаждаудан, жаңа шамды орнатудан және оны келтіруден тұрады. Шамды электр сұлбасынананод сымы мен катод бөлігін ажыратып сөндіреді. Шамды бөліктен (металл коухтан) алып, оның орнына жаңасын орнатады. Монтаждау операцияларын кері ретте жүргізеді (20.5-сурет). Монтаждаудан кейін ерекше реттеулер қажет емес. Қарайған нмесе ығысқан бейне болса, шамды өс бойымен сапалы бейне алғанша жылжытады.

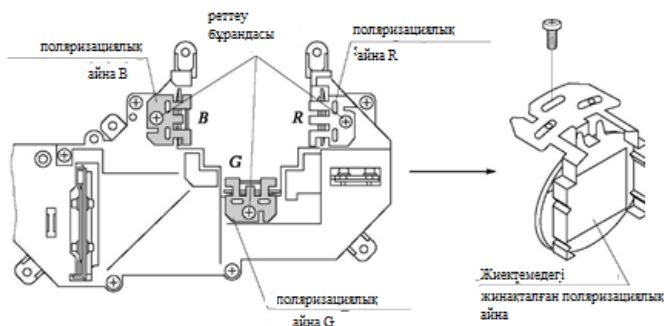
Жаңа шамды орнату алдында проектордың бейнежолының ішкі түйіндерін тазалайды (20.4-сурет). Линзаларды, компенсаторларды, сүзгілерді және айналарды тазалау кезінде сығылған ауасы бар арнайы баллон қолданылады. Егер ластанулар сығылған ауамен жойылмайтындай, соншалықты тұрақты болса, изопропил спиртіне батырылған бәтес майлықты қолданады. Басқа химиялық препараттарды қолдануға тыйым салынған. Тазалау алдында айналар мен поляризациялық сүзгілер блоктарын бөлшектеу операцияларын жүргізеді (20.6-сурет). Олардың барлығы үстіңгі қақпағын ашса, жетімдіг ал жеке жағдайда объективті шешу қажет болады.



20.5-сурет. Катодтық адаптермен жинақтағы шам

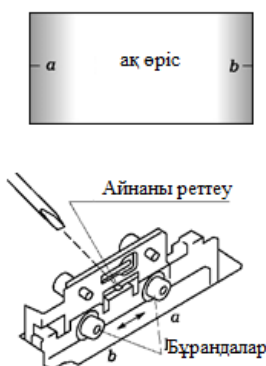
a — жиналған шам: 1 — корек қосу ажыратқыштары; 2 — серіппелі бекіткіш; 3 — бекіту тұрағы; *б* — катодтық адаптер: *A* — бекіткіш бұранда

Оптикалық блок (айна және сүзгі) дәлдемесін шамды ауыстыру кезінде ғана емес, сонымен қатар соғылу, құлау, бір түстің жеткіліксіз контрасттылығында, бейне шетінде қошқыл жолақтап пайда болғанда, ақ теңгерімі болмағанда (ақ өріс бір түспен боялады) жүргізіледі. Қошқыл жолақтар туындағанда компенсациялық (конденсаторлық) линза күйін 20.7-суретте көрсеткендей бұранда көмегімен реттейді. Ақ түстің теңгерімі бұзылған кезде немесе



20.6-сурет. Поляризациялық айналардың орналасуы және құрылысы

контрасттылық азайғанда проектр кіруіне ақ растр береді де, поляризациялық сүзгілерді келтіреді (20.6-суретті қараңыз), реттегіш бұрандаларды бұрап, айнасы бар жиектемені түрлі-түсті дақтар жойылғанша, барлық экранда тегіс ақ түс пайда болғанша оңға-солға жылжытады. Оптикада және жиектемеде сызат пайда болу сияқты күрделі бұзылу кезінде орнату саңылаулары деформациясын реттеу арнайы жабдықтарды қолданып, арнайы орталықтарда орындалады.



20.7-сурет. Конденсаторлық линзаларды реттеу (a , b — реттеу бағыты)

Оптикалық құрылғылардың бұрандалы қосылыстарын реттеуден кейін DoneDeal типті анаэробты бұранда бекіткішпен (алмалы-салмалы) немесе Loctite242 және 243бұранда қосылыстарды бекіткішпен бекітеді. Бұл құралдармен бекіткіштердің монтажын және демонтажын жүзеге асыруға болады. Бекіту элементтерін (сақина), бұрандалы қосылыстардыэпоксидті компаундтармен жабыстыру оларды зақымдамай демонтаждауға мүмкіндік береді.

20.3.

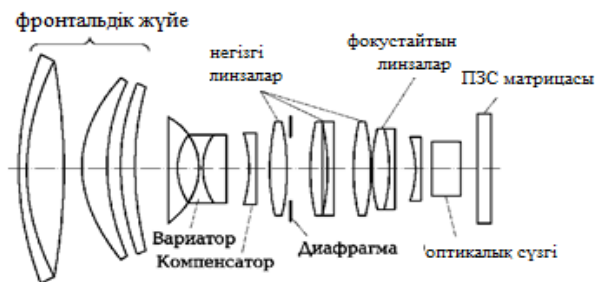
БЕЙНЕ- ЖӘНЕ ФОТОКАМЕРАЛАРДА ОПТИКАНЫ ЖӨНДЕУ, РЕТТЕУ ЖӘНЕ БАПТАУ

Бейнекамераның оптикалық жүйе құрылысы 20.8-суретте көрсетілген. Оның құрамына мыналар кіреді:

1) *жылжымайтын линзалардың фронтальді жүйесі*, алдын ала фокусталуды және ПЗС матрицасын ақ дақтан, шаңнан және ылғалдан (қорғаудың бірінші деңгейі), соққылардын және басуа әсерден механикалық қорғауды қамтамаыз етеді. Алдыңғы линза қалың шыныдан тұрады, беті арнайы құраммен жабылған, көзге көрінетін жарық спектріне кірмейтін ультракүлгін және инфрақызыл сәулелерді шағылыстырады;

2) *трансфокакторлық линзалар тобы* (вариатор және компенсатор), фокустық қашықтықты өзгерту арқылы бейнені масштабтауды қамтамасыз етеді;

3) *негізгі линзалық жүйе*, заттан шағылысқан жарықтың параллель ағынын қалыптастырып, фокустау қызметін атқарады.



20.8. Бейнекамераның оптикалық жүйесі

Оның құрамына фокустайтын линзалар тобы (жылжитын) кіреді, олар ПЗС матрицасының тікелей алдына оған бейнені фокустау үшін орнатылады;

4) *диафрагманың оптикалық жүйесі* (жылжымайтын), диафрагма ең бекітпенің жұмысын қамтамасыз етеді;

5) *оптикалық сүзгі*, инфрақызыл және ультракүлгін сәулелердің тұтылуын қамтамасыз етеді (қорғаудың екінші деңгейі).

Барлық дерлік бейнекамераларда ішкі фокустау жүйесі қолданылады, оны кейде трансфокаторлық деп атайды. Бұл жағдайда линзалардың екі тобы – фронтальдік және ішкі негізгі – жылжымайтын, ал қалған екеуі – жылжитын. ПЗС датчигі алдына орнатылған линзалар жүйесі фокустаушы деп аталады.

Оптикалық жүйенің бұзылуы топ бойынша біріктірілуі мүмкін:

1) қолмен фокустау жоқ, бейнеіздегіште сурет бұлдыр;

2) трансфокатор жұмыс істемейді;

3) бейнедешағылған бұлдыр, қараю, сызаттар.

Бұл бұзылудың барлығы линза блоктарының зақымдануымен, трансфокация блогы механизмдерінің істен шығуымен, линзалар блогында немесе трансфокация пернелерінің механикалық зақымдануымен, оптикалық жүйенің күйімен (ластану, дұрс дәлдеме жүргізбеу және т.б.) түсіндіріледі. Ертеректе айтылғандай, фокустаумен, трансфокациямен және экспозициямен байланысты мәселелер линза топтарының механикалық зақымдануына және дәлдеме бұзылуына негізделген, сондықтан кемшіліктерді жою үшін ең алдымен линзалық топты оптика блогын алдын ала бөлшектеп, мұқият қарап тексереді. Объективке жету үшін келесі операцияларды орындау қажет:

1) бейнекамераның бүйірлік қақпағын бекітетін бұрандаларды ашу, сол қақпағын ашу және оған жүргізілген сымдарды ажырату, кассета бөлігінің қақпағын шешіп алу;

2) артқы қақпақты бекітетін бұрандаларды бұрап ашу, сымдарды ажыратып, оны ашу;

3) платаны бекітетін бұрандаларды бұрап ашып, бейнеіздегішті шешіп алу;

4) ПЗС матрицасы платасының экранын жән платаның өзін шешіп алу;

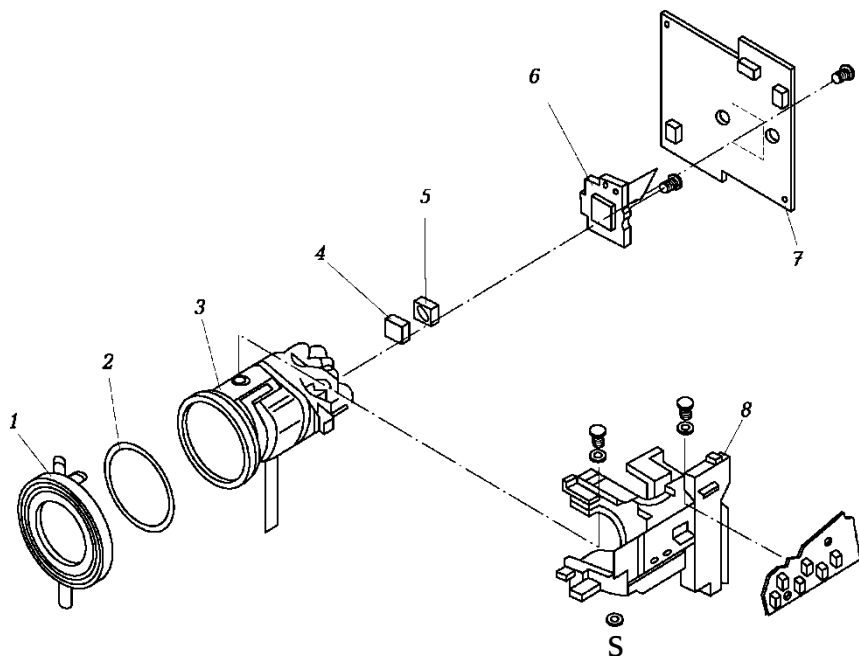
5) абайлап кристалл сүзгіні алып тастау;

6) трансфокация және фокустау қозғалтқыштарын шешіп алу;

7) жылжымалы линзалар тобын және олар жылжитын бағыттаушыларды шешіп алу;

8) ирісті диафрагма блогын шешіп алу;

9) Трансфокацияның жылжымалы линзалар блогын шешіп алу.



20.9-сурет. Бөлшектелген түрде бейнекамера объективі:

1 — линза сақинасын ұстағыш; 2 — резина сақина; 3 — линзалар блогы; 4 — кристалл сүзгі; 5 — ПЗС матрицасын қорғағыш; 6 — ПЗС матрицасы; 7 — басқару платасы; 8 — линзалар блогы қақпағы

20.9-суретте бейнекамераның оптикалық блогы бөлшектелген түрде көрсетілген.

Бөлшектеуден кейін қондырылған орындар күйін, линзалар мен оларды бағыттаушылардың тазалығын тексереді. Линзаларды спирт-эфир қоспасынан тұратын арнайы ерітіндімен бәтес майлықпен тазалайды. Сұртуді орталығынан шетіне қарай шоғырланған шеңбер бойымен айналдырып жүргізеді. Линзалар тобы жылжитын бағыттаушыларды силикон маймен өңдейді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. «РЭА оптика-механикалық құрылғылары» түсінігіне не кіреді?
2. Оптикалық жүйені дәлдеме бойынша элементарлы кезінде қандай принципті ұстанады?

3. Оптика-механикалық құрылғыларда кездесетін бұзылулаға сипаттама беріңіз.
4. Бейнепроектордың оптикалық жүйесінде поляризациялық сүзгілер мен жартылай мөлдір айналар қандай рөл атқарады?
5. Бейнепроектордың оптикалық түйінінде шамды ауыстыру технологиясын сипаттаңыз.
6. Бейнекамера объективтерінің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру үшін қандай реттеу операцияларын орындау қажет?

ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІН ЖӘНЕ ЖЕЛЛІК БАЙЛАНЫС АППАРАТУРАСЫН ЖӨНДЕУ, РЕТТЕУ ЖӘНЕ БАПТАУ

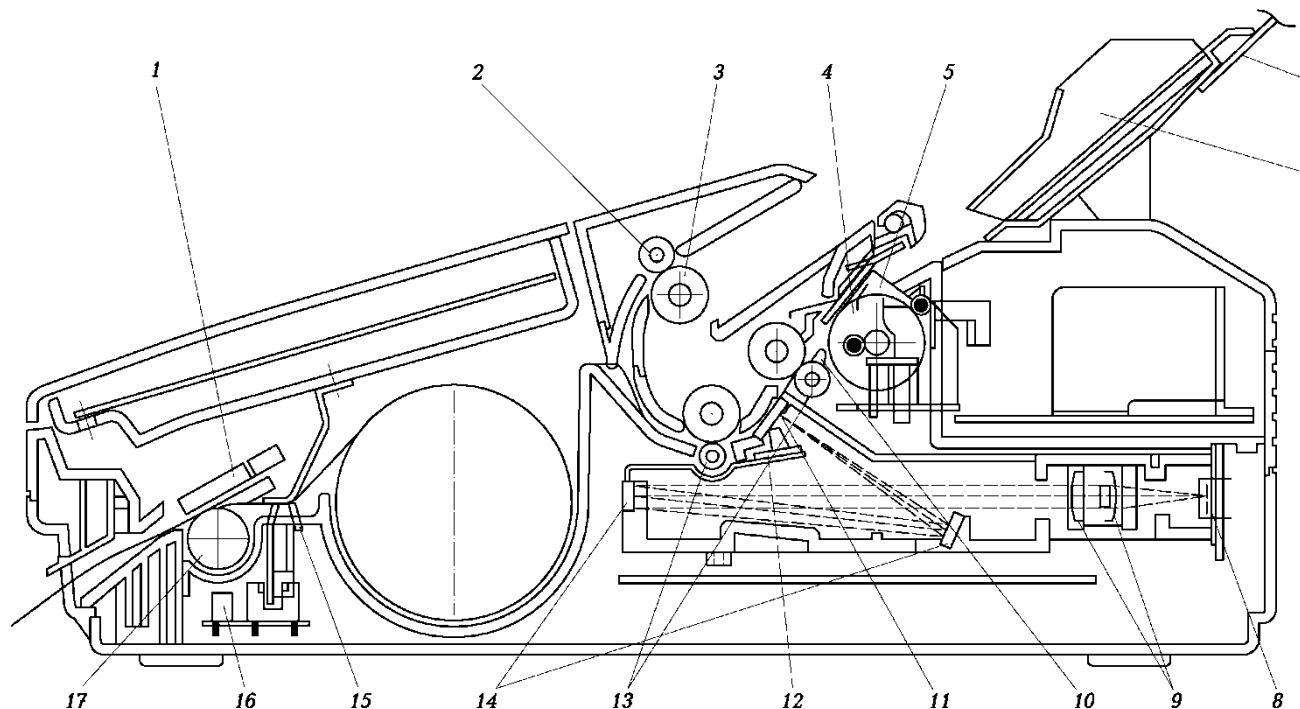
21.1. ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫНЫҢ ШЕТКІ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ БӨЛІКТЕРІН ЖӨНДЕУ

Электрлік қондырғылармен салыстырғанда ЭЕМ шеткі қондырғыларын (сканерлер мен принтерлер) механикалық реттеу рөлі де маңызды. Олардың себебінен осы қондырғылардың 30% аз емес тоқтап қалуы туындайды.

Көшірме және сканер аппараттарының жұмыс істеу принципін жалпы түрде келесідей көрсетуге болады. Сурет қуатты шаммен жарықтандырылады, оның бейнесі оптикалық жүйе арқылы қабылдағыш фотоэлектрлік аспаптарға түседі. Сурет сапасы оптикалық жүйенің қағаз қозғалысын бағыттайтын түйіндермен бірге жұмыс істеу дәлдігіне тәуелді. Аппарат корпусында қағаздың бастапқы күйін белгілейтін датчик орнатылған, ол іске қосылғаннан микропроцессорлық басқару «тура қозғалысты бастау» дабылын алады.

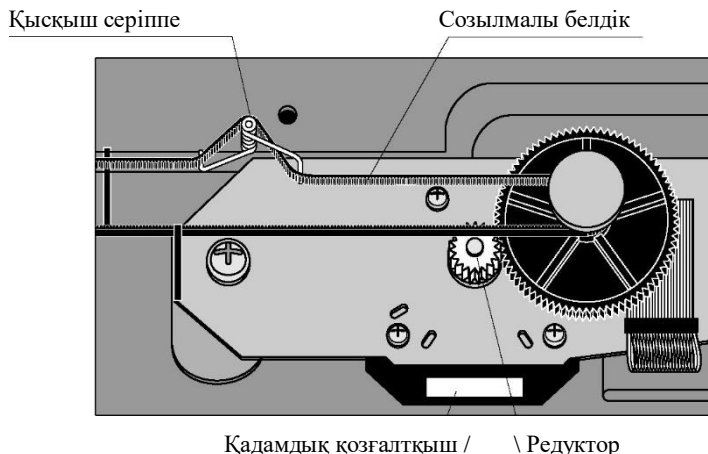
Ілгері-қайтымды орын ауыстыру үшін қадамдық қозғалтқыш қолданылады. Оптикалық жүйеге бір фокусталатын объектив (немесе линза) кіреді, ол сканерленетін аймақтың толық еніш фотоқабылдағыш матрицасының толық еніне проекциялайды. Суретті сканерлеу арнайы модульмен–күймешеммен жүзеге асырылады, ол сканерленетін құжат бойымен жылжиды және бөлек қадамдық қозғалтқыштан қозғалысқа енеді. Күймешенің бастапқы күйі арнайы датчикпен белгіленеді. Қадамдық қозғалтқыш жылдамдығы басқару сұлбасымен дәл бақыланады. Сканер қозғалтқышы сканердің қозғалатын бөліктерімен тегершік және тісті планка арқылы ілінеді (21.1-сурет).

Сканер мен көшірме механизмдерде болат арқаншалар немесе



21.1-сурет. Сканерлейтін және басып шығаратын қондырғылардың механикалық түйіндері құрылысы:

1— термобас; 2— аралық беруші ролик; 3— беруші роликтер; 4— бөлгіш ролик; 5— құжат датчигі; 6— науаша; 7— құжатты бағыттаушы; 8— оқу құрылғысының ПЗС; 9— линзалар; 10— оқу басының датчигі; 11— оқу басының позициясы; 12— жарықдиодты сәулелендіргіш; 13— аралық беруші роликтер; 14— айналар; 15— термоқағаздың аяқталу датчигі; 16— қағаздың «шайналу» датчигі; 17— термоблнқше

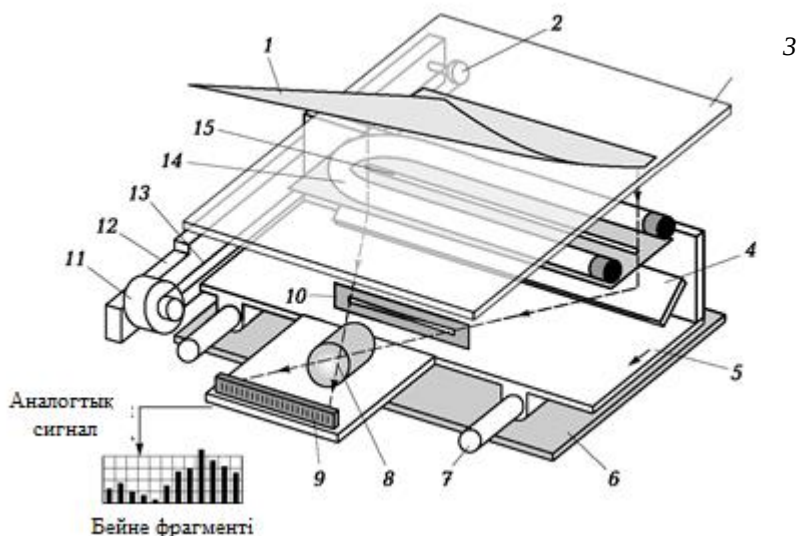


21.2-сурет. Күймешенің орын ауыстыру түйінінің құрылымы

таспалар бар құрылым қолданылады. Шамды түйін әдетте рельс бойымен қозғалады; егер рельс майысса немесе дұрыс орнатылмаса, немесе әлсіз бекітілсе, бұл көшіру қателеріне алып келеді. Арқаншалар, шарықтар, тегершіктер және бағыттаушы рельстер жақсы күйде болу керек. Әдетте сканер қозғалтқышы білігінің айналуы арқаншалар немесе тісті рельс көмегімен сызықтық қозғалысқа түрленеді (21.2-сурет).

Тісті рельс сканер астында орналасқан, ол сәйкестегершікпен қозғалысқа түседі. Металл арқаншаны қолдану жағдайында ол әдетте аппараттың екі қабырғасына бекітіледі де, оның ішінен үш немесе төрт шарықша арқылы өтеді. Әдетте аппараттар кергіш серіппе немесе қысуды бұрандалы реттеу орнатылады. Жылжымалы шынысы бар аппараттарла оптиканың екі түрі қолданылады – кәдімгі және талшықты. Кәдімгі оптика бірнеше айналар мен объективтен тұрады (2.3-сурет). Объектив өтпелі болуы мүмкін. Бұл жағдайда жарық ол арқылы келесі айнаға дейін өтеді. Объектив те шағылыстырғыш болуы мүмкін, бұл жағдайда жарық объективке өтеді де, қайтадан сол шыны арқылы шағылысады.

Сканер мен принтердің оптикалық жүйесін (линза мен айна) реттеу жалпы дәлдеме заңдарына бағынады. Бұл жағдайда негізінен оптикалық жүйені демонтаждау мәселеріне байланысты сервистік мануалдарға бағдарлану қажет. Сканерде, принтерде және факста барлық механикалық реттеулер – бұл қаздың жарықтандыру шамы (сканер) және басып шығару басы (принтерде) бойымен беру және қозғалу жолын реттеу, оптикалық түйіндерді дәлдеу (сканер және



21.3-сурет. Сканердің оптика-механикалық құрылғысы:

1 — қағаз түпнұсқасы; 2 — шкив; 3 — шыны; 4 — айна; 5 — күймеше; 6 — басқару платасы; 7 — бағыттаушы білік; 8 — объектив; 9 — ПЗС сызғышы; 10 и 15 — диафрагмалар; 11 — қадамдық қозғалтқыш; 12 — негіз; 13 — арқанша; 14 — жарық көзі (шам)

копир). Барлық осы құрылғыларда қағаз беру жүйесі бірдей, сондықтан осы түйінді реттеуі де ортақ. Қағаздарды «шайнау» кезінде беру ролигін тексереді, қажет болса, роликтің резина төсемін ауыстырады және роликтің қағазға қатысты көлбеуленуін өзгертіп, оның күйін серіппе көмегімен реттейді. Механикалық түйіндерді жөндеу технологиясын, мысалы лазерлік принтерді қарастырып, оны әмбебап және басқа аппараттар үшін, әсіресе КФҚ (көп функционалды құрылғы – принтер, копир, сканер, факс) үшін қолданылуға болатын деп атауға болады.

Ары қарай лазерлік принтерді жөндеудің операциялық картасы мен механикалық түйіндерін реттеу келтірілген.

Лазерлік принтердің механикалық түйіндерінің бұзылуы және оларды жою әдістері

Бұзылу сипаты

Принтер бір сәтте қабылдау науашасынан көп қағаз беттерін алады

Бұзылуды жою

Бет сепараторын алмастыру (бір бетті екінші беттен бөлетін тежегіш алаң) немесе резина қабатын қайта жабыстыру (тежегіш алаң), ол үшін оймакілтекті бұрағышпен сепаратордың резина пластинасын пластик негізден

Принтер қабылдағыш науашадан қағазды алмайды

Принтер инсталляциясы кезінде алдыңғы жағында қытыр естіледі. Басып шығарған кезде қара дақтар байқалады

Басып шығару кезінде ақшыл түсті бейне немесе вертикаль бойынша ақ жолақтар байқалады

Принтерді инсталляция кезінде сол жағынан сықыр естіледі. Принтер басып шығармайды Бірінші бет қалыпты басып шығарылады, содан соң «Қағаз мыжылып қалды» индикациясы пайда болады

алады да, 180° бұрып, кері жағымен жабыстырады. Егер сепаратор резинасының кеуіп кетуі оны қайта жабыстыруға мүмкіндік бермесе, резинаны алмастырады.

Принтердің беруші ролик (қағазды жылжытатын резина ролик) бұзылған немесе қатты ластанған Роликті резина беттерлі профилактикасына арналған сұйықтықпен тазартады. Сепаратор серіпшесінің күйін немесе сыртылдақ пластинасын тексереді.

Принтер фьюзерінің термоүлдірі әстен шықты (әдетте үзіледі) (фьюзер – ұнтақ себілген қағазды қыздыруға арналған «пешпен» қыздырылған үлдір. Мәселені термоүлдірді немесе жинақтағы термоэлементті алмастыру арқылы шешеді. Бұл бұзылу тек лазерлік принтерге тән.

Бұл әдетте лазерлік сканердің оптикалық жүйесінің ластануы, одан картридж ұнтағы берілетін жерлерде барабан заряды өзгереді; бұл бұзылу күдікті картридждерді пайдаланғанда туындалуы мүмкін. Оптиканы изопропил спиртмен тазалайды немесе картриджді алмастыру керек Негізгі жетектің тегершігі жарылған. Тегершікті алмастыру, жетекті силикон жақпамаймен жағу.

Қағаздың шығу датчигі бұзылған. Датчик серіпшесін қосымша ораммен күшейту. Қағаз шеттерін бекітетін оптожұпты алмастыру. Егер оптожұпты алмастырған соң, бұзылу жөнделмесе, контроллерді ауыстырады.

Бұзылу түріне тәуелсіз жөндеу және профилактика жүргізген кезде резина бөлшектерді резина беттердің профилактикасына арналған сұйықтықпен, мысалы Automation Facilities фирмасының Platencleone маркілі сұйықтықпен, ал айналарды – оптикалық беттердің профилактикасына арналған сұйықтықпен, мысалы AF фирмасының Safecleensұйықтығымен немесе Xerox және Canon фирмаларынан осыған ұқсас құралдармен өңдейді.

Ағынды принтерлердің механикалық түйіндерін жөндеудің басып шығаратын бастың қағаз бойымен жылжу механизмімен байланысты кейбір ерекшеліктері бар, олардың қателері басып шығару сапасының нашарлауына алып келуі мүмкін. Олар келесі себептерге байланысты туындалады:

- күймешені орын ауыстыру механизмінде және бояғыш таспаны айналдыру механизмінде (матрицалы принтерлерде) тісті дөңгелектердің тозуы;
- күймеше жетегінің белдігі созылуы немесе тозуы (ағынды принтерлерде);
- күймешенің жетек белдігінің тартылысы нашарлауы;
- күймешенің бағыттаушы өсінің ластануы;
- күймеше механизмнің дұрыс баптауы.

Принтерлердің электрлік және механикалық түйіндерін жөндеу мен реттеу өндіруші фирмаларың сервистік мануалдарына сүйеніп немесе арнайы әдебиеттерді қолданып жүргізеді [17].

Идеалды механикалық жүйені жинау мүмкін емес. Күйменің орын ауыстыру дәлдігіне әртүрлі факторлар әсер етеді:

- тісті дөңгелек пен жетек белдігі өлшемдерінің шектері;
- механикалық берілісте саңылау (люфт) болуы;
- температура өзгергенде пішін өзгеру коэффициенті әртүрлі болатын материалдарды қолдану;
- бағыттаушы өсті майлау сапасы;
- сыртқы қоршаған орта температурасы;
- принтер процессорының ырғақты жиілігі;
- қозғалтқыш орамының электрлік параметрлері және т.б.
- допуски на размеры зубчатых колес и приводного ремня;

Принтерді жинақтаған соң әрқашан реттеу жүргізу қажет, оның мақсаты микропроцессорлық жүйенің басқарушы дабылдарын алынған механикалық жүйеге «келтіру» болып табылады (механикалық реттеуге қарағанда бағдарламалық реттеуді жүзеге асыру оңайырақ). Механикалық жетектің көптеген болжанатын дәлсіздігін ескеру қиын емес: күймешенің басқарушы қозғалтқышының дабылдарына уақытша кідірістер енгізіледі. Күймеше тоқтаған соң қозғалысты сәл ерте немесе, керісінше, сәл кешірек бастауы мүмкін – бастысы, әртүрлі сызықтар нүктелері вертикаль бойынша бірігу керек.

Егер бұзылу механикалық болса, онда белгілі бір түйіндер мен механизмдерді алмастырған соң, ол жойылмаса, онда негізгі ПЗУ бағдарламаларын ауыстырады.

Желілік байланыс аспаптарын телефон аппараттары, желілік құрылғылар, домофондар, телеграф құрылғылары, факсимильдік аппараттар және т.б. жататыны белгілі. Бұл аспаптардың механикалық түйіндерін жөндеу негізінен жиі қолданылатын пернелік және сенсорлық қосқыштар элементтерін және электрлік реленің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтірумен байланысты. Жөндеудің басқа бағыты байланыстың кабельдік және оптоалшықты желілерінің бұзылуын қалпына келтірумен, оларды әртүрлі факторлар әсерінен нақты қорғаумен байланысты.

Желілік байланыс аппараттарын жөндеу және техникалық қызмет көрсету қосқыштар түйсіктерінің жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру және реттеуден, перне тақта (пернелік аппараттарда) және нөмір тергіш, тәртіп ауыстыру релесі, механикалық бұғаттағыш түйсіктері (пернелер мен қосқыштар) сияқты механикалық түйіндерге профилактикалық қызмет көрсету және тазалаудан тұрады.

Нөміртергіш пернетақтасының бұзылуы ерег белгілі бір теру комбинациясын басқан кезде басқа абонентпен немесе бірден бірнеше абонентпен қосылу жүеге асқанда туындалады. Бұл пернетақтаның түйсіктік лаңының ластануына байланысты, оны аздап спиртке батырылған жұмсақ тері матамен сүртіп жояды немесе түйсіктік алаң бетін күзен қылқаламмен тазалайды. Кейде, әсіресе, аналогтық аппараттарда бұзылу себебі тұйықталатын түйсіктің өткізгіш қабатының бұзылуы болып табылады. Бұл жағдайда түйсіктік бетке резина қабатының өлшемі бойынша фольга жабыстыру арқылы аппараттың жұмысқабілеттілігін ішінара қалпына келтіруге болады. Бірақ бұндай жөндеу ұзақ мерзімді емес, нөміртергіштің барлық болғын алмастыру қажет. Оны орнату кезінде ешқандай реттеу жүргізілмейді. Бұл түйінде ылғалды әсері нәтижесінде жеке пернелердің немесе жалпы терудің (уақытша немесе тұрақты) тоқтауы жиі жүреді. Бұнда, егер телефон шалатын абонентпен байланыс қалыпты болса, онда нөміртергіш бұзылған. Ылғал түскен кезде ешқандай химиялық сұйықтықтарды қолдануға болмайды, себебі перне мембраналары шашыртылған түйсіктерден тұрады, оар химиялық заттар әсерінен ыдырауы мүмкін. Ылғалды кептіру керек (бұл үдерісті ылғалсіңіргіш гелемен тездетуге болады), корпусты демонтаждап, түйсіктердің орналстырылған жерін сығылған ауамен үрлеу қажет.

Желілік және желісіз байланыс аппаратуралары аналогтық аппаратуралармен қатар сенсорлық басқару панельдерін қолданады, олар электрлік сезімтал элементке –резисторға немесе конденсаторға жылулық әсер ету немесе заряд келтіру принципіне құрылған. Резисторларды орнату жағдайда бұл панельдер аз талғамды және бөгеттерге аз сезімтал. Олардың «қоршаулары» арасына конденсаторлар орнатқан кезде (бір жағынан – саусақ, бір жағынан –металл төсем) арасында белгілі бір қашықтық болады, ол оқшаулғыш пластикаттың майда түйіршіктерін енгізу арқылы жасанды қамтамасыз етіледі. Ылғалдың, майлағыш заттардың түсуі, жоғары температура мен ылғалдылықтың әсерінен өткізгіш қабаттардың жабысуына және басқарудағы кідірістерге алып келуі мүмкін. Егер резисторлық сенсорлар жағдайында жұмыс қабілеттілігін қарапайым кептіру арқылы қалпына келтіруге болса, ал конденсаторлық сенсорлармен бұған қол жеткізуге болмайды. Басқаруды қалпына келтіру тек сенсорлық панельді толық ашып, жуып, кептіріп және құрғақ сублиматты себу арқылы жүзеге асырылу мүмкін.

Релені тексеру мен қызмет көрсетуді кез-келген электромеханикалық құрылғы күтімі технологиясы бойынша жүргізіледі. Әдетте, желілік байланыс аппараттарында тұрақты ток релелерін қолданады, оларға қызмет көрсетілмейді, және бұзылу жағдайында оны жағасына алмастырады. Ешқандай қосымша реттеулер қажет етпейді.

Желілік байланыс желілері (телефондық және желілік) мыс және оптогалшықты кабельдер негізінде құрылған. Дабылдық кабельді салу қиын үдеріс, әдетте оны байланыс желілері мамандар-монтаждаушылар орындайды. Оны әдетте бөлме ішінде монтаждау (қолданушыларды бір желіге қосу үшін) және бөлмеден монтаждау болып бөлінеді, ол кезде арнайы тіректерді қолданып, алыс қашықтықта қосуды жүзеге асыру керек. Байланыс желілерінің үзілуі екі жағдайда да басқарудың жоғалуына, ақпараттың жоғалуына, ақпараттық кеңістік жұмысының бұзылуына алып келуі мүмкін.

Сым қосылыстарын қалпына келтіру әдістері [16] толық мазмұндалған. Ал оптогалшықтар (ОТ), олардың кең таралуына байланысты байланыс желілерін жөндеу және қалпына келтіру өзекті болып табылады. ОТ істен шығуы оның құрылымымен анықталады, ол майысуға, соққыға және басқа механикалық әсерлерге сезімтал. ОТ монтаждау кезінде басқа қалпын келтіру әдістері ішінде дәнекерлеу арқылы қосу техникасы басым орын алды: ол енгізілетін шығындар, механикалық сипаттамалар мен сенімділік жағынан аса жоғары талаптарды қадағалауды қажет

лық қосылыстар сенімділігі бойынша дәнекерлер қосудан төмен, сондықтан механикалық қосу негізінен апаттық-қалпына келтіру жұмыстарда және жергілікті оптикалық желілерде талшықтар ұшың өңдеу үшін қолданылады.

ОТ дәнекерлеп қосу үдерісі келесі негізгі кезеңдерден тұрады:

- өсірілетін ОТ ұштарын қорғағыш жабындысын жабу;
- ОТ бүйірлерін дайындау (жару);
- ОТ дәнекерлеу аппаратына орнату және оларды дәлдеу;
- ОТ желектр доғасымен екі электрод арасында дәнекерлеу;
- ОТ дәнекерлеу сапасын бақылау;
- ОТ дәнекерлеу қосылысын қорғау және салу.

ОТ қосу кезінде дәнекерлеу аппаратарында екі негізгі дәлдеме әдісі қолданылады: қабықша бойынша дәлдеме және өзек бойынша дәлдеме.

ОТ қабықша бойынша дәлдеме – дәлдеменің пассивті түрі, ол біріктірілетін ОТ ұштарын бекітетін, V- тәрізді бағыттаушы көмегімен жүзеге асырылады. Әдтте бұндай дәлдеме түрін қалалық және жергілікті желілерде, енгізілетін шығындарға жоғары талапта қойылмайтын жерлерде қолданылады. ОТ өзекбойынша дәлдеме автоматты түрде, микропроцессор, қадамдық қозғалтқыш және прецизиялық жетек элементі (әдетте пьезоэсер негізінде) арқылы жүргізіледі де, дәлдемені үш бағытта қамтамасыз етеді: горизонталь бойынша, вертикаль бойынша, өс бойынша.

ОТ алмастыу және телімдерін таңдау кезінде номиналды өлшемдерден белгілі бір ауытқу болатынын ескереді, себебі еі бірдей ОТ дайындау мүмкін емес. Шектер көбіне миллиметрдің мың бөлігін ғана құрайды, бірақ осындай аздаған ерекшеліктер ОВ байланыстыруында шығындарға әсер етуі мүмкін. Жалпы ОТ өскінімен енгізілетін шамада шығындар ОТ геометриялық сипаттамалардан айырмашылығы ретінде көрінеді, сол сияқты ОТ дәлдеме және монтаждау қателіктері де сондай. Оптоталшықты кабельді салу әдісіне тәуелсіз (тікелей жерге, кабельдік кәрізге, тіректерге нлі арқылы) кабель кесінділерінің түйісуінде муфталарды монтаждауды арнайы жабдықталған ұтқыю зертханаларды орындалады. Бұл монтаждау жұмыстарын орындау ыңғайлылығын және климаттық жағдайлар және монтаждау технологиясы (соның ішінде, өскіндерде талшықтардың температураға тәукелді кернеуді болдырмау) бойынша сәйкес келуін қамтамасыз етеді, себебі дәнекерлеу сапасына температура, ылғалдылық, атмосфералық қысым және жел сияқты сыртқы орта шарттары әсер етуі мүмкін. Оптикалық муфта ретінде негізінен тұйық құрылысты муфталар

қолданылады, олар кабельдің үштен аз емес ұштарын енгізуге мүмкіндік береді, сонымен қатар сымдарды бақылау-өлшеу аспаптарына шығару мүмкіндігін береді. Муфталар бірқатар техникалық талаптарға, соның ішінде герметикалық, өңдеу беріктілігі, рұқсат етілген иілі радиусымен оптикалық кабельдерді салу және т.б. талаптарға сай болу керек. Оптикалық муфтаға қойылатын маңызды пайдалану талабы шығын материалдарын пайдаланбай оны ашу және тұмшалау мүмкіндігі болып табылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Басып шығаратын және сканерлейтін құрылғылардың механикалық түйіндері жұмысын сипаттаңыз.
2. Лазерлік принтерлерде қағаз беру қалай жүзеге асырылады?
3. Ағынды принтердің механикалық бөлігінде қандай ерекшеліктер бар?
4. Желілік байланыс аппараттарының қандай түйіндерінің сенімділігі ең аз және неге?
5. Оптикалық талшық қосылысын қалпына келтіру технологиясын сипаттаңыз.

1. *Абубакиров Б. А.* Радиотехникалық тізбектер параметрлерін өлшеу / Б. А. Абубакиров, К. Г. Гудков, Э. В. Нечаев. — М. : Радио және байланыс, 1984.
2. *Галлозье Т.* Электрик энциклопедиясы. Тәжірибелік нұсқаулық / Т. Галлозье, Д. Федулло. — М. : Омега, 2009.
3. *Герасимова Л. П.* Дәнекерлеу және қыздырып қосу сапасын. Анықтамалық / Л. П. Герасимова, Д. Е. Голубков, Ю. П. Гук. — М. : Экомет, 2007.
4. *Глудкин О. П.* Радиоэлектрондық, электрондық-есептеу аппаратурасы мен сынақ жабдықтары / О. П. Глудкин, А. Н. Енгальчев, А. И. Коробов, Ю. В. Трегубов. — М. : Радио және байланыс, 1987.
5. *Кашкаров А. П.* Радиоэлементтерді маркілеу : анықтамалық / А. П. Кашкаров. — М. : РадиоСофт, 2012.
6. *Кизлюк А. И.* Шетел және отандық өндіріс телефондарын ың құрылымы және жөндеу бойынша анықтамалық / А. И. Кизлюк. — М. : Антелком, 2003.
7. *Коробов А. И.* Радиоэлектрондық, электрондық-есептеу аппаратурасы мен сынақ жабдықтары / А. И. Коробов ред.. — М. : Радио және байланыс, 2002.
8. *Ксенз С. П.* Радиоэлектрондық құралдар диагностикасы және жөндеуге жарамдылық / С. П. Ксенз. — М. : Радио және байланыс, 1989.
9. *Кузнецов В. Н.* Техникада сенімділік пен тиімділік : Анықтамалық : 10 томда. — Т. 8 / В. Н. Кузнецова және Е. Ю. Барзилович ред. — М. : Машина жасау, 1990.
10. *Медведев А. М.* Баспа сонтажы сенімділігі мен сапасын бақылау / А. М. Медведев. — М. : Радио және байланыс, 1986.
11. *Медведев А. М.* Баспа платаларын жасау технологиясы / А. М. Медведев. — М. : Радио және байланыс, 2005.
12. *Мидлтон Р.* Техникалық сипаттамасы жоқ радиоэлектрондық құрылғыларды баптау және жөндеу / Р. Мидлтон. — М. : Энергоатомиздат, 1994.
13. *Млицкий В. Д.* Аппаратура мен өлшеу құралдарын сыртқы факторлар әсеріне сынау / В. Д. Млицкий, В. Х. Беглария, Л. Г. Дубиц- кий. — М. : Машина жасау, 2003.
14. *Назаров А. В.* Заманауи телеметрия және тәжірибеде және теорияда / А. В. Назаров, Г. И. Козырев, И. В. Шитов. — М. : Ғылым және техника, 2007.
15. *Петров В. П.* Бейнетехника, жөндеу және реттеу / В. П. Петров. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2002.

16. *Петров В. П.* Орташа күрделілікті және күрделі түйіндерді, блоктарды, радиоэлектрондық аппаратура аспаптарын, желілік байланыс аспаптарын, импульстік және есептеу техникасы түйіндері элементтерін монтаждау және құрастыруды орындау / В.П.Петров. — М. : « Академия» баспа орталығы, 2013.

17. *Петрунин И. Е.* Дәнекерлеу бойынша анықтамалық / И.Е.Петрунин. — М. : Машина жасау, 2003.

18. *Родин А. В.* Заманауи принтерлер. Пайдалану және жөндеу құпиялары / А.В. Родин, Н.А. Тюнин. — М. : Солон-Пресс, 2006.

19. LG-2002 фирмасы CҚ-мониторларын жөндеу бойынша нұсқаулық.

20. *Савельев М. В.* ЭЕМ өндірісін құрастырушылық-технологиялық қамсыздау / М. В.Савельев. — М. : Жоғары мектеп., 2001.

21. *Федоров В. К.* Радиоэлектрондық құралдарды жобалауда және өндірісінде бақылау және сынау / В. К. Федоров, Н. П. Сергеев, А.А. Кондрашин. — М. : Техносфера, 2005.

22. *Флеров В. Н.* Радиоэлектрондық бөлшектер өндірісінде химиялық технология / В. Н. Флеров. — М. : Радио және байланыс, 1988.

23. *Фултон Д.* Дербес компьютерлерді модернизациялау және жөндеу. — М. : АСТ ; Астрель, 2006.

Электрондық қорлар

<http://prodav.exponenta.ru/design/lecture/app/lec07.doc>

http://window.edu.ru/wmdow_catalog/pdf2txt?p_id=12058

Кіріспе.....	4
--------------	---

I БӨЛІМ.

ҰЙЫМДАСТЫРУ, ЖОСПАРЛАУ ЖӘНЕ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТ ТІЛІГІН БАҚЫЛАУ ДЫҢҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЛБАЛАРЫ

1 тарау. Электрондық техника кәсіпорындарында бақылау қызметін ұйымдастыру және жұмысы.....	8
2 тарау. РЭА элементтерін, аспаптарын және түйіндерін бақылау әдістері мен түрлері.....	13
2.1. Бақылау операцияларының құрылымы.....	13
2.2. Бақылау түрлерін жіктеу.....	17
2.3. Жұмыс қабілеттілігін техникалық бақылау	18
2.4. Кірме бақылаудың негізгі ережелері	22

II БӨЛІМ.

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕХНИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

3 тарау. Элементтік базаның электрлік параметрлерін және пайдалану қасиеттерін тексеру.....	26
3.1. Резисторларды таңду, олардың пайдалану қасиеттерін сынау және тексеру.....	26
3.2. Конденсаторлардытаңдау, сынау және олардың пайдалану қасиеттерін тексеру.....	31
3.3. Электр сұлбаларының индуктивтік элементтерін таңдау, олардың пайдалану қасиеттерін сынау және тексеру.....	36
3.4. Жартылай өткізгіш құрам бөліктерді таңдау, олардың пайдалану қасиеттерін сынау және тексеру.....	41
3.4.1. Диодтарды таңдау және жұмысқа білеттілігін бақылау.....	41
3.4.2. Бірр—п-өткелі бар жартылай өткізгішті басқа аспаптарды тестілеу ерекшелігі.....	43
3.4.3. Тиристордың жұмысқа білеттілігін бақылау жәнесынау.....	45
3.4.4. Транзисторлардытаңдау, сынау және жұмысқа білеттілігін бақылау.....	47

4 тарау. Электрлік сұлбалар элементтерінің оқшаулағыш кедергі мен электрлік беріктігін бақылау	51
4.1. Электрлік беріктікті тексеру және сынау әдістері	51
4.2. Сымдар мен өткізгіш қабаттардың оқшаулағыш кедергісі мен тесіп өту кернеуін тексеру	53
4.3. Радиоэлементтер діэлектрлік беріктілігіне сынау және оқшаулағышке дергісін тексеру.....	57
4.3.1. Индуктивті элементтерді тексеру.....	57
4.3.2. Конденсаторларды тексеру.....	59
4.3.3. Жартылай өткізгіш аспаптарды тексеру.....	61

III БӨЛІМ.

МОНТАЖДАУ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫ МОНИТОРИНГІ

5 тарау. Баспа платаларының сапасын бағалау.....	64
5.1. Баспа платаларын кірме бақылау.....	64
5.2. Баспа платаларын оперциялық бақылау.....	66
5.3. Баспа платаларының электрлік беріктігімен электрлік емес параметрлерін тексеру әдістері.....	69
6 тарау. Баспаплаталарының жұмысқа білетілігін қалпына келтіру.....	73
6.1. Баспа платасы негіздерінің зақымдануын жөндеу	73
6.2. Баспа платасында өткізгіштерді жөндеу.....	77
6.3. Қатпарланған өткізгіштермен түйсікаландарын қалпына келтіру.	78
6.4. Көпқа баты баспаплаталарын қалпына келтіріп жөндеу.....	82
7 тарау. Ілмелі, беттік монтаждау сапасын бақылау және қалпына келтіретін жөндеу.....	83
7.1.Монтаждаужұмыстарынынорындауданкейінгібақылаутүрлері.....	83
7.2. Радиоэлементтерді, өткізгіш бөлшектерлі және жалғағышты монтаждау сапасын бағалау.....	84
8 тарау. Монтаждау операцияларын орындау кезіндегідәне керлеу қосылыстары мониторингі.....	89
8.1. Дәнекерленген қосылыстардың ақаулары түрлері және олардың туындау себебі.....	89
8.2. Жарам сыздық тыалдыналу және дәнекерленен қосылыстардык алпына келтіру.....	91
8.3. Дәнекерленген қосылыстарды бақылау және сынау тәсілдерім құралдары.....	97
9 тарау. Құрастыру операцияларының сапасын бақылау.....	102
9.1. Құрастыру операцияларын бақылауды ұйымдастыру.....	102
9.2. Тестілеу кезінде құрастырма бірліктерін статикалық электрленуден қорғауды қамтамасыз ету шаралары	107

IV БӨЛІМ.

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫ СЫНАУ, СЕНІМДІЛІК ПАРАМЕТРЛЕРІ ЖӘНЕ ЖАТТЫҚТЫРУ

10 тарау. РЭА сенімділігі.....	112
10.1. РЭАсенімділігітуралынегізгітүсініктер.....	112
10.2.Сенімділікті есептеу.....	115
10.3. Сенімділікті арттыру жолдары	118
11 тарау. Аппаратураның жөндеуге жарамдылығы.....	120
11.1. Жөндеуге жарамдылық туралы түсінік.....	120
11.2. Жөндеуге жарамдылық туралы ақпаратты жинау және талдау...	124
11.3. Жөндеуге жарамдылық және жұмыс қабілеттілік көрсеткіштері	126
12 тарау. Радиоэлектрондық аппаратураны сынау	129
12.1. Сынау мақсаттары.....	129
12.2. Сынау категориялары.....	130
12.3. Сынау бағдарламасы мен әдістемесі.....	133

V БӨЛІМ.

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАСЫНЫҢ БҰЗЫЛУЫ МОНТОРИНГІ, ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ

13 тарау. Радиоэлектрондық аппаратура мен аспаптарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу.....	146
13.1. Техникалық қызмет көрсету түрлері.....	146
13.2. Ағымды жөндеу уақытын бөлу.....	150
13.3. Жөндеу операцияларының құрылымы.....	151
14 тарау. Реттеу және баптау операциялары.....	154
14.1. Реттеу-баптау операцияларының мақсаттары мен міндеттері ...	154
14.2. Реттеу операцияларын орындау әдістері	155
14.3. Реттеу-баптау операцияларының сапасын бағалау критерийлері	158
15 тарау. Электрлік ақаулықты жіктеу және түрлері.....	161
15.1. Электрлік ақаулықты жіктеу белгілері.....	161
15.2. Электрондық элементтер типіне ақаулықтар түрінің тәуелділігі.....	166
16 тарау. Ақаулықтар диагностикасы және іздеу үдерісі.....	168
16.1. Диагностика рөлі және мәні.....	168
16.2. Ақаулықты іздеу әдістері мен тәсілдері	169
16.3. Электрондық аппаратурада ақаулықты іздеудің тәжірибелік мәселелері және оларды шешу жолдары.....	176

17 тарау. Жеке РЭА түрлерін қалпына келтіретін жөндеу және модернизациялау.....	180
17.1. РЭА қалпына келтіретін жөндеу мақсаты, міндеттері және әдістемесі...	180
17.2. Жөнделетін РЭА бөлшектерін, құрылымдарын демонтаждау технологиясы.....	184
17.3.Жөндеуден кейін РЭА тексеру және баптау әдістері	187
17.4. Желілік байланыс аппаратураларын жөндеудің кейбір ерекшеліктері ..	192
17.5. Есептеу техникасы құралдарын модернизациялау және жөндеу.....	195
18 тарау. Диагностика және жөндеу кезінде өлшеу аспаптары түрлері, тағайындалуы және пайдалану ережелері.....	200
18.1. Диагностикаға және жөндеуге арналған аппаратуралар түрлері мен типтері.....	200
18.2. Жеке аппаратура түрлерін жөндеу және баптауға арналған өлшеу құралдарының жинағы.....	202
18.3. Өлшеу аспаптарын таңдау және өлшеу ерекшеліктері.....	208
VI БӨЛІМ.	
РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ	
19 тарау. Механикалық бұзылудың пайда болу себептері және оларды жою әдістері.....	212
19.1. Механикалық түйіндерді қолдану саласы және РЭА жұмыс қабілеттілігіне әсері	212
19.2. Механикалық түйіндердің бұзылуын айқындаудың жалпы тәсілдері....	215
19.3. Тұрмыстық аппаратураның механикалық түйіндерін жөндеу және баптау.....	218
20 тарау. РЭА оптика-механикалық түйіндерін жөндеу және реттеу.....	226
20.1. РЭА объективтерінің құрылысы, жөндеу және реттеу	226
20.2. Бейнепроекторлардың оптика-механикалық түйіндерін жөндеу және реттеу.....	230
20.3. Бейне- және фотокамераларда оптиканы жөндеу, реттеу және баптау...	235
21 тарау. Есептеу техникасының механикалық түйіндерін және желілік байланыс аппаратурасын жөндеу, реттеу және баптау.....	239
21.1. Есептеу техникасының шеткі қондырғыларының механикалық бөліктерін жөндеу.....	239
21.2. Желілік байланыс аппаратураларының механикалық түйіндерін реттеу және баптау.....	245
Әдебиеттер тізімі.....	249

Оқу басылымы

Петров Владимир Петрович

**Монтаждалған түйіндерді, блоктарды және радиоэлектрондық
аппаратура аспаптарын, желілік байланыс аппаратурасын,
импульстік және есептеу техникасы түйіндерінің элементтерін
реттеу, диагностикалау және жұмыс қабілеттілігіне мониторинг
жүргізу**

Оқулық

Редактор В. А. Савосик

Компьютерлік түптеу: Р.Ю.Волкова

Түзетуші О.Н.Яковлева, Н.В. Савельева

бас. № 101116653. Басуға қол қойылды 23.01.2015. Формат 60х90/16.
Гарнитура «Ньютон». Офс. қағаз. № 1. Офсеттік баспа.. 16,0 шартты б.т.
Тираж 1 000 экз. тапсырыс №

«Издательский центр «Академия» Баспа орталығы. ААҚwww.academia-moscow.ru129085,
Мәскеу, Мир даңғ, 101В, 1 құр.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.
Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. АЕ51. Н16591 , 29.04.2014.

Ульянов Баспа үйінде басылған



«Академия» БАСПА ОРТАЛЫҒЫ

*Кәсіптің білім беруге
арналған оқу
әдебиеті*

Біздің кітаптарды сатып алуға болады (көтерме және бөлшек)

Мәскеу:

129085, Мәскеу, Мир даңғылы, 101в үй, 1
күр (м. Алексеевская)
Тел.: (495) 648-0507, факс: (495) 616-029
E-mail: sale@academia-moscow.ru

Филиалдар:

Солтүстік-Батыс

194044, Санкт-Петербург, Чугунная көшесі,
14 үй, 319 кеңсе
Тел./факс: (812) 244-9253
E-mail: spboffice@acadizdat.ru

Приволжский

603101, Нижний Новгород, Молодежный даңғылы
31 үй., 3 корпус
Тел/факс: (831) 259-7431, 259-7432, 259-7433
E-mail: pf-academia@bk.ru

Орал

620142, Екатеринбург., Чапаев көшесі, 1а үй, 12а кеңсе
Тел.: (343) 257-1006
Факс: (343) 257-3473
E-mail: academia-ural@mail.ru

Сібір

630007, Новосибирск, Кривошёрковская көшесі, 15 үй., 3
корпус
/Тел/факс: (383) 362-2145, 362-2146
E-mail: academia_sibir@mail.ru

Қиыр Шығыс

680038, Хабаровск, Серышев көшесі, 22 үй, 519, 520, 523
кеңсе
Тел/факс: (4212) 56-8810
E-mail: filialdv-academia@yandex.ru

Оңтүстік

344082, Ростов-на-Дону, Пушкинская көшесі, 10/65 үй
Тел.: (863) 203-5512
Факс: (863) 269-5365
E-mail: academia-UG@mail.ru

Өкілеттіктер:

Татарстан Республикасында

420034, Казань, Горсоветская көш.-сі, 17/1 үй, 36 кеңсе
Тел./факс: (843) 562-1045
E-mail: academia-kazan@mail.ru

Қазақстан Республикасында

Алматы, Абай даңғылы, 26А үй, 209 кеңсе
Тел.: (727) 250-0316, ұялы.тел.: (701) 014-3775
E-mail: academia_kfzakhstan@mail.ru

Дағыстан Республикасында

Тел.: 8-928-982-9248

www.academia-moscow.ru
