В.П.ПЕТРОВ

КҮРДЕЛІЛІГІ ОРТА ҚҰРАСТЫРУ МЕН МОНТАЖДАУДЫ ОРЫНДАУ ЖӘНЕ КҮРДЕЛІ ТҮЙІНДЕР, БЛОКТАР, РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРА АСПАПТАРЫН, ЖЕЛІЛІК БАЙЛАНЫС АППАРАТУРАСЫН, ИМПУЛЬСТІК ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКА ТҮЙІНДЕРІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЖАСАУ

ОҚУЛЫҚ

«Білім беруді дамыту федералдық институты» федералдық мемлекеттік дербес мекемесімен бастауыш кәсіптік білім беру бағдарламасын жүзеге асыратын білім беру орындарында оқу барысында оқу құралы ретінде қолдануға ұсынылған.

Рецензия регистрациясының нөмірі 179
8 мамырдан 2013 ж. ФГАУ «ФИРО»

2-басылым, түзетілген

Мәскеу
«Академия» баспа орталығы
2015

ӘОЖ 621.3(075.32)
КБЖ 31.2:32.84я722
П305

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТКББ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру бойынша 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

«№ 50 политехникалық колледж» мемлкеттік бюджеттік орта кәсіптік білім беру мекемесінің өндіріс оқыту шебері *Т. В. Гнусарева*

П305 **Петров В. П.**

Күрделілігі орта құрастыру мен монтаждауды орындау және күрделі түйіндер, блоктар, радиоэлектрондық аппаратура аспаптарын, желілік байланыс аппаратурасын, импульстік және есептеу техника түйіндерінің элементтерін жасау : орта кәсіптік білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған / В.П.Петров. — 2-басылым, түзетілген. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2015. — 272 б.

ISBN 978-601-333-288-8 (каз.)
ISBN 978-5-4468-2476-2 (рус.)

Оқулық «Радиоэлектрондық аппаратура мен аспаптарды монтаждаушы», ПМ.01 «Монтаждау, күрделілігі орта құрастыру мен күрделі түйіндер, блоктар, радиоэлектрондық аппаратура аспаптарын, желілік байланыс аппаратурасын, импульстік және есептеу техника түйіндерінің элементтерін дайындау» мамандығы бойынша Федералдық мемлекеттік білім стандартына сәйкес жасалған.

Электронды құрылғыларды өндіру кезіндегі монтаждау және құрастыру жұмыстары қарастырылған: электрмонтаждық операцияларды, аспалы және беттік монтажды орындау, күрделі радиотехникалық бұйымдарды жинау, электрлік байланыстар құрастыру және т.б. Қолданылатын технологиялық материалдар мен жабдықтардың сипаттамалары, техникалық құжаттамасын рәсімдеу, принципиалды сұлба мен электрлік байланыс сұлбаларын оқу және құрастыру ережелері көрсетілген. Жұмыс орнын ұйымдастыру, еңбекті қорғау мен техника қауіпсіздік ережелері мәселелері баяндалған.

2-басылымға радиоэлектрондық элементтердің параметрлерінің мәндеріне қатысты түзетулер енгізілген.

Орта кәсіптік білім бері мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 621.3(075.32)
КБЖ 31.2:32.84я722

© Петров В.П., 2013
© Петров В.П., 2015, түзетулермен
© «Академия» оқу-баспа орталығы, 2015
© Көркем безендірілуі. «Академия» баспа орталығы, 2015

ISBN 978-601-333-288-8 (каз.)
ISBN 978-5-4468-2476-2 (рус.)

Алғысөз

Тиімді құрылыстық және технологиялық шешімдерді іздеумен қатар, электрониканың қарқынды дамуы түбегейлі жаңа көп атқарымдық электрондық құрылғылардың пайда болуына жағдай жасайды, бұл, өз тарапынан, жаңа аспаптар мен элементтік базаны құрастыру, технологиялық әдістер мен материалдарды жетілдіру салаларында революциялық шешімдерді тудырады. Осы аяда, электроника элементтерінің өлшемдері одан ары кішірейіп, интеграция жоғарылап, нанотехнологияларға көшу ары қарау жалғасуда. Қазіргі интеграция деңгейі бір пластмасс тұрқыда тек жеке элементтерді ғана емес, сондай-ақ бүтін құрылғыларды жасауға да мүмкіндік береді. Мысалы, өлшемдері 2 х 2 см бір жартылай өткізгіштік кристаллда радиоқабылдағыш та, радиостанция да жасауға болады.

Бұл жетістіктерге технологиялардың ары қарай дамытпай, заманауи құрылыстық материалдарды қолданбай қол жеткізу мүмкін емес. Қазіргі кезде көлемді монтаж әдістерінен шағын элементтік база мен жаңа материалдарды қолдану арқылы беттік монтажға көшу қарқынды өтуде. Бұл технологияның алға басуына баспа платаларын құрастыру, принципиалды сұлбаларды үлгілеу мен талдау кезінде есептеу техникасының кең қолданылуы өз септігін тигізді, бұл екіжақты және көп қабатты платаларды құрастыру арқылы электронды бұйымдардың өлшемдерін кішірейтуге, қуат шығындарын азайта отырып, сенімділігін арттыруға мүмкіндік берді.

Электронды құрылғылар өндірісінде адам қатысатын операциялар саны азаюда: заманауи автоматтандырылған монтаж жүйелері монтаждық операцияның бүкіл циклін бір өндірістік қондырғыда жасауға мүмкіндік береді.

Электрондық аспаптер мен құрылғыларды монтаждаудың заманауи әдістерін меңгеру, электрондық құрылғыларды жинау кезіндге технологиялық операциялардың ретін қатаң сақтау, жаңа құрылыстық материалдарды, заманауи элементтік базаны білу, принципиалды сұлбаларды оқу және құрастыру ережелерін жетік білу, резисторлардан микросхемаларға дейін номиналдар мен типтік

өлшемдерді анықтай білу жоғары білікті радиомонтаждаушы үшін негіз болып табылады. Желілік және ақпараттық технологиялардың кең таралуы техникалық ой-өріс пен эрудицияны, техникалық прогресс талаптарына бейімделе білу қабілеттерін, микропроцессорлық басқару, желісіз байланыс жүйелерін, оптикалық, лазер және басқа құрылғыларды білуді талап етеді.

Жиналған және құрастырылған радиоэлектрондық құрылғыны тексеру мүмкін жарамсыздық пен тиімсіз өндірістік шығындардың алдын алу бойынша сериялық өндірістің ең маңызды кезеңдерінің бірі болып табылады. Бұл үдерістің негізгі құрамдас бөліктерінің бірі болып заманауи өлшеу аспаптар мен құрылғылардың көмегімен құрастырылған жабдықты баптау мен реттеу шеберлігі табылады. Сондай-ақ, осымен бір қатарда электронды бұйымдардың сенімділігін арттыру, энергия шығындарын азайту, тиімді жылу әкету тәсілдерін білу тұр, бұл бұйымдарды жинау кезінде сауатты әрекеттер жасау арқылы қамтамасыз етіледі.

Оқулықтың шектеулілігіне байланысты электронды құрылғыларды жинау мен монтаждаудың заманауи технологиялары, құрылыстардың ерекшеліктері және элементтік база мен өлшеу аспаптардың сипаттамаларына қатысты барлық сұрақтарды қарастыру мүмкін емес екені түсінікті. Ұсынылған әдебиеттер тізімі мен өзге анықтамалық материалдар оқушылардың жеткіліксіз білім «сандықшасын», соның ішінде осы оқулықта толық ашылмаған тақырыптар бойынша білімін толықтыруға көмектеседі деп сенемін.

Автор П.М. Вострухин атындағы № 27 автоматтандыру және радиоэлектроника колледжінің жұмысшылары мен оқытушыларына оқулық қолжазбасын дайындау барысында берген ұсыныстары үшін алғысын білдіреді.

I тарау

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕХНИКА ӨНДІРІСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ

1-бөлім

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕХНИКА ӨНДІРІСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ

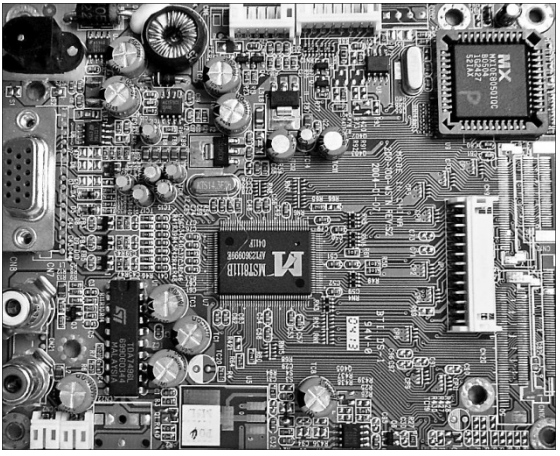
1.1. НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

Әлемдік электрондық қоғамда электрондық техниканың құрамдас бөліктерін жүйелеу үшін кейбір жалпыға белгілі түсініктер мен анықтамалар қолданылады.

Электронды құрылғыларға тұрмыста немесе өндірісте қандай да бір міндетті орындау үшін жасалынатын өндірістік бұйымдар, мысалы теледидарлар, бейнемагнитофондар, таспа ойнатқыштар және, электромеханикалық әрекет механизмдерінің атқарушы элементтері ретінде қолдануға болатын электрондық техниканың элементтік базасының негізінде жасалынатын, өзге құралдар жатады. Электронды құрылғы бір тұрқыда, сондай-ақ механикалық түрде біріктірілген және бір электрлік тізбекпен жалғанған жеке блоктар мен модульдер түрінде де жасалуы мүмкін.

Электронды құрылғыларға ақпаратты сандық және аналогтік басқарылатын радиожиілік сигналдар арқылы жіберуге және қабылдауға қолданатын радиоэлектрондық құрылғылар (РЭҚ) жатады.

Электрондық аспаптарға өлшеу аспаптарын, датчиктерді, генераторларды және т.б. жатқызуға болады. Электрондық аспаптар бір шассиде немесе бір баспа платада орналасқан және бір технологиялық немесе жинау үдерісінде жасалған жеке субмодульдер мен модульдер түрінде жасалуы мүмкін. Бірыңғай принципиалды сұлбада электронды бұйым монтажының негізі



1.1-сурет. Жиналған электрондық шасси

ретінде шасси (панель негізі) алынады. Бұл кеңістікті үнемдеуге, өндірісті сәйкестендіруге, баптау, қызмету көрсету мен ауыстыруды жеңілдетуге жағдай жасайды.

Шасси (1.1-сурет) — бұл радиоэлементтерді монтаждау өткізілетін, ал электрлік байланыстар дәнекерлеу, ширату, пісіру немесе шегелеу арқылы жасалған, қатты оқшауланған негіз түріндегі бұйым немесе аспап бөлігі.

Модуль — электронды құрылғы құрамында қандай да бір міндеттің орындалуын қамтамасыз ететін және дискретті жартылай өткізгіштік элементтерден де, беттік монтаж элементтерінен де тұратын электрондық бұйым. Модульдің өзіндік мәні жоқ және ол негізгі сұлбамен қоректендіру және басқару тізбектерімен жалғанған. Ол құрылғымен ортақ шассиде жасалып, бірақ одан үзік (тұтас) ақ сызықпен немесе перфорациямен ажыратылуы мүмкін және оның бір электрлік тізбекпен біріктірілген жеке электрондық компоненттері бар. Модуль үлгілері: теледидардағы түстілік модулі, сигналдарды сандық талдау модулі, радиоқабылдағыштағы шығыс күшейткіштер модулі. Арнайы техникада модульдік құрылыстарды қолдану олардың жөндеуге жарамдылығын, қаптама мен ауыстыру тиімділігін арттырады.

Субмодуль — өзі жеке қолданыла алмайтын және модуль құрамында тар бағытты міндет атқаратын қосымша, жеке электрондық бұйым. Субмодульдің модульмен ортақ қоректендіру көзі болады және ол модульге жалғағыш немесе дәнекерлеу

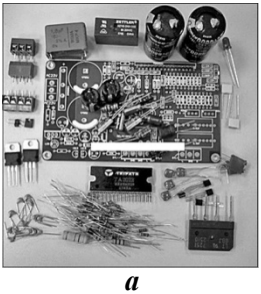
арқылы қосылады. Модульмен сырғымалы немесе уақытша түйіспе түрінде қосылған субмодульдердің қосымша механикалық бекіткіші болу керек. Мысал ретінде дыбыс каналындағы стереосигналрады талдау субмодулін, ұялы телефондағы жиілігі жоғары (ЖЖ) сигналдарды қабылдау-жеткізу субмодулін және т.б. келтіруге болады.

Электронды бұйымның ***блогы*** бір тұрқыда орындалады және оның жеке тұрақты немесе айнымалы тоқ қоректендіру көзі болады. Блокты электронды құрылғылардың бір түрі деп санауға болады.

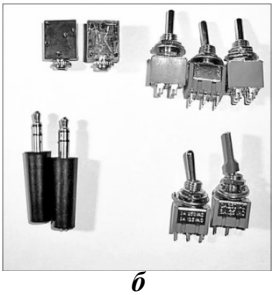
Электрондық компоненттер (радиоэлементтер) құрылғының элементтік базасын құрайды, олардың жұмысы электроника ережелеріне негізделген. Олар электрлік желілерде жеке қарапайым функцияларды (күшейту, кедергі, қосу, өшіру) атқарады және, әдетте, бір қатты (пластмасса немесе металл) тұрқыда бітеу қапталған. Электрондық компоненттерге транзисторлар, резисторлар, конденсаторлар және т.б. жатады (1.2-сурет).

Интегралдық схемалар (ИС) — электрлік жалғанған транзисторлардан, диодтардан, резиторлардан құралған, планарлық технология бойынша бір пластмасс тұрқыда, бір жартылай өткізгіштік негізде жасалған, электрлік сигналдарды талдау бойынша көп атқарымдық электрондық компоненттер. ИС аналогтік, сандық, күшейткіш, логикалық және т.б. болады.

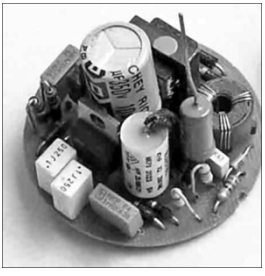
Гибрид схемалардың міндеттері дәл интегралды орындалған схемалардікі (микросхемалар) сияқты. Әртекті элементтерден, үстінен компаунд құйылатын аралас монтаж технологиясы



а



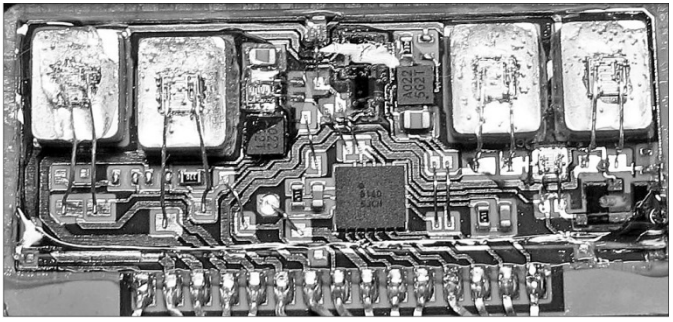
б



в

1.2-сурет. Электрондық компоненттер:

а — активті элементтер жинағы; б — тоқ аударғыштар мен жалғағыштар; в — пассивті элементтер



1.3-сурет. Гибрид схеманың сыртқы көрінісі

бойынша жасалады (1.3-сурет). Гибрид схеманың негізгі бөлігі болып оның негізгі параметрлері мен сипаттамаларын анықтайтын интегралдық микросхема (ИМС) болып табылады.

1.2. ӨНДІРІСТІК ЖҰМЫСТАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ

Электрондық аппаратура мен аспаптарды өндіру – үдеріс технологиясының қатаң сақталуына, қолданылатын материалдардың химиялық тазалығына, жоғары білікті мамандардың дәлдігі жоғары және технологиялық жабдықтарды қолдануына негізделетін, заманауи өндірістік кешеннің күрделі әрі жан-жақты үдерісі.

Өндіріс үдерісі өзіне қосады:

- дайындық операциялар — материалдарды өңдеу, қолданылатын су, газ және энергиялық ресурстарды дайындау;
- жиынтықтаушы бұйымдардың кіруін тексеру;
- жабдықтар мен құралдарды іске қосу және қолдану;
- жарақтарды дайындау, жабдықтарды жетілдіру;
- өндірістік үдерісті ұйымдастыру — цехтарда, бөлімшелерде, бөлімдерде;
- жаңа бұйымдарды дайындау;
- өндірілген бұйымдардың сапасын тексеру бойынша сынақтар мен бақылау операциялары ;

- жарнама ұйымдастыру және нарықты қадағалау;
- өндірілген бұйымдарды өткізуді ұйымдастыру.

Дайындық операциялар сәйкес қызметтер мен бөлімдермен қамтамасыз етіледі.

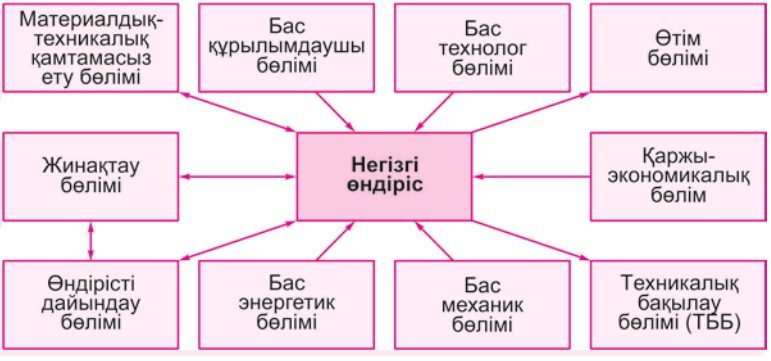
Дайындық операцияларға жатады:

- энергиямен қамтамасыз ету;
- судың химиялық құрамы мен тазалығын қамтамасыз ету;
- өндірістік орындарда микроклиматты сақтау бойынша шараларды қамтамасыз ету;
- шығын материалдарының (қоспалардың, ысатын сүртетін материалдардың, құрамында спирт бар сұйықтықтардың) сапасын қамтамасыз ету;
- экологиялық қауіпсіздік;
- еңбекті қорғау мен техника қауіпсіздігі.

Электрондық техниканың қазіргі жағдайында оны тек жоғары деңгейде ұйымдастырылған, жақсы жабдықталған кәсіпорындарда толығымен автоматтандырылған желілерді кең қолдану арқылы ғана өндіруге болады. Өндірістік типтік құрылым 1.4-суретте көрсетілген.

Ірі сериялы өндіріс кәсіпорының құрылымы қызметтерден, цех пен бөлімдерден тұрады. Қызметтер көмекші өндіріс функциясын атқарады, негізгі өндірісті материалдар мен құралдармен қамтамасыз ете отырып, жабдықтардың жұмыс қабілеттілігін, электр энергиясымен жабдықталуын қадағалайды, құрылыстық және технологиялық құжаттама әзірлейді, іріктеу және дайын өнімдер қоймаларының жағдайын бақылайды.

Ерекше орынды техникалық бақылау бөлімі (ТББ) алады, оның



1.4-сурет. Өндірісті ұйымдастыру сызбасы

міндеті шығарылатын өнімдердің сапасын қамтамасыз ету, технологиялық үдерістің дұрыстығын қадағалау болып табылады. Өндірістік цехтарда барлық технологиялық үдеріс шоғырланған. Цехтар бір толық өнімдер тізімдемесін шығаратын көп бейінді және аса маңызды өнім шығаруға арналған тар бейінді болады. Өндірісті басқаруды жақсарту үшін цехтарда жеке операцияларға немесе бір атаулы бұйымды шығаруға бағыттылған өндірістік бөлімдер құрастырылады. Жұмыс орны бөлімнің негізгі бөлігі болып табылады.

Техника қауіпсіздігі бөлімі еңбекті қорғау талаптарының орындалуын қадағалауға арналған маңызды көмекші қызмет болып табылады. Өндірістік тазалықтың сақтау талаптарының орындалуын технологиялық қызметтер қадағалайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Электронды бұйымдарды жасаудың өндірістік үдерісіне қандай операциялар кіреді?
2. Электрондық техника өндірісінің құрылымына қысқаша сипаттама беріңіз.
3. Қандай өндірістік әрекеттер дайындық операцияларға жатады?
4. Электрондық бұйымның құрылымдық бөліктерін атаңыз.
5. Электрондық аспаптарға қандай бұйымдарды жатқызуға болады?

2-бөлім
РЭА ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ ҚАУІПСІЗДІК ТЕХНИКАСЫ

2.1. БАСПА ПЛАТАЛАРЫН ДАЙЫНДАУ КЕЗІНДЕГІ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК ТЕХНИКАСЫ

Еңбекті қорғау (ЕҚ) және қауіпсіздік техникасы (ҚТ) бойынша шаралар өндірістік үдерістің кез келген қатысушысының әрекеттерін реттейтін арнайы нұсқаулықпен анықталады. ЕҚ және ҚТ бойынша шаралар технологиялық және құрылыстық құжаттамада, сондай-ақ жұмыс орнындағы нұсқаулықтарда көрсетіледі. Монтаждау және жинау операциялары электрлендірілген және монтаждау құралдармен жұмыс істеумен байланысты.

Электрлендірілген құралмен (дәнекерлеу жабдықтары, өлшеу техникасы) қолмен жұмыс істеу біліктілігі II топтан төмен емес, олармен қауіпсіз жұмыс істеуді үйренген адамдарға ғана рұқсат етіледі. Дәнекерлеу кезінде жұмысшыға келесі қауіпті және зиянды өндірістік факторлар әсер етуі мүмкін:

- жұмыс аймағындағы ауаның зиянды химиялық заттардың буларымен жоғары газдалуы;
- бұйымның, жабдықтың, құралдың және дәнекер балқытпаларының бетіндегі жоғары температура;
- дененің жалаңаш бөліктеріне дәнекерлер мен флюстардың балқытылған шашырандылардың байқаусызда тиюі;
- баптау жұмыстарын орындау кезінде электрлік тізбектегі қауіпті кернеулер.

Зиянды және жарылу өрт қауіпі бар заттармен дәнекерлер, флюс, дәнекерлік пасталар, байланыстырушы заттар мен еріткіштерді қолдану арқылы жұмыс жасаған кезде, жалпы алмасымды және жергілікті ауа тартқыш желдету қосылып тұру керек.

Дәнекерлегіш, дәнекерлік станция мен фендерді қолдану арқылы дәнекерлік жұмыстар атқарған кезде нұсқаулықтарды қатаң сақтау керек. Дәнекерлегіштің кабелі кездейсоқ механикалық зақымдану мен ыстық бөлшектерге тиюден сақталуы керек. Дәнекерлік жабдық оның құлауын болдырмайтын, оттан қорғайтын үйкекке жергілікті ауа тартқыш желдету аймағында орнатылу керек. Дәнекерлегіштің шанышқысындағы дәнекерлеу мен флюстан артық қалған заттарды

технологиялық құжаттамада көрсетілген материалдардың (мақта-мата майлықтар, асбест және т.б.) көмегімен алады.

Ашалық ағытпа, ұштық, клемма секілді және өзге ұқсас бұйымдарды дәнекерлеу оларды технологиялық құжаттамада көрсетілген арнайы қондырғыларға (қысқыш, бұрандама қысқыш және тағы басқа қондырғыларға) бекіту арқылы жасалады. Баспа платасын дәнекерлеу кезінде ол бұрушы құрылғының көмегімен арнайы қысқыш үстелшеге бекітіледі.

Сым дәнекерінің ыдырауы кезінде балқытылған дәнекерге күйіп қалмау үшін оларды дәнекерлеу ұясынан күшпен шығаруға тыйым салынады. Біріктірілген жерлерге флюсті жаққышпен, фарфор күрекшемен немесе, жеке тыныс жолдарын қорғау құралдарын қолдана отырып, шашу арқылы түсіреді.

Баспа платаларын әзірлеу барысында өңдеу мен белсенді химиялық қоспаларды қолдану операциялары болатындықтан, радиомонтаждаушы қышқылдар мен сілтілермен жұмыс істеу қауіпсіздік ережелерін, сондай-ақ мүмкін реакциялар бойынша химия заңдылықтары мен олардың өнімдерінің адам ағзасына тигізетін әсерін білуі керек. Құрамында қышқыл және сілті бар ерітінділермен жұмыс істеген кезде міндетті түрде жеке қорғану құралдарын пайдалану керек, сондай-ақ химиялық белсенді заттар байқамай теріге немесе ағза ішіне түскен жағдайда оларды бейтараптандыру жолдарын білу қажет.

2.2. ЖАБДЫҚТЫ БАПТАУ МЕН ЖӨНДЕУ КЕЗІНДЕГІ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК ТЕХНИКАСЫ

Электрондық аппаратураны баптау мен реттеуге, оны жөндеу мен диагностикага кірісер алдында, келесіні оқып білу керек:

- бұйымдарды пайдалану бойынша нұсқаулықтарды, технологиялық нұсқаулықтарды, қауіпсіздік техникасы мен өндірістік тазалық бойынша нұсқаулықтарды, сондай-ақ алғашқы медициналық көмек көрсету әдістерін;
- тұтынушылардың электр қондырғыларын техникалық пайдалану ережелерін.

Электронды бұйымдарды баптау мен жөндеумен айналысатын радиомонтаждаушылар тоқ өткізгіш элементтерге байқаусызда тиіп кету қаупіне ұшырайды және олардың электр құралдарымен жұмыс істеуі үшін үшінші топ рұқсаты болу керек.

Электрлендірілген құралдарды жылжымалы төмендеткіш трансформаторлар немесе түрлендіргіштер арқылы штаттық электр желісінен қоректендіруге рұқсат етіледі. Кернеуді төмендету үшін қосымша кедергілерді қолдануға тыйым салынады. Қосылатын өлшеу аспаптарының сымдарының ұзындығы тоқ қабылдағыштарға кездейсоқ механикалық әсер еткенде, олар өздігінен өшіп қалмайтындай және тоқ өткізгіш бөліктерге байқамастан тиіп кетпейтіндей болу керек.

Электрлік желіден өшірілген бұйымдардың бақылау нүктелерінде кернеудің болмауын өлшеу аспаптарымен тексереді. Кейбір бұйымдарды желіден өшіргеннен кейін де жоғары заряд сақталады (қорек блогының конденсаторлары, кинескоп аноды және т.б.), сондықтан диагностиканы бастамастан бұрын осы элементтерді тоқтан мәжбүрлі түрде айырады.

Тасымалды өлшеу аспаптары олардың көрсеткіштерін оқыған кезде, кернеулі бөліктерге жақындау қаупі болмайтындай орналасу керек.

Бұйымдарды айнымалы резисторлар, құрылыстық конденсаторлар және оймакілтек осі бар т.б. арқылы баптауды оқшауланған бұрағышпен тек бұйымның сыртқы панелінде орналасқан арнайы тетіктер арқылы ғана және кез келген тоқ өткізгіш бөліктерге тиіп кету мүмкіндігі болмаған жағдайда ғана жасауға болады. Индуктивті элементтердің біліктерінің ашық тізбектерінде баптау жасаған кезде оқшауланған диэлектрлік бұрағыштар қолданылады. Егер жұмысты орындау барысында схеманың бірқатар нүктелерінде бақылау өлшемдер жүргізу керек болса, онда бұл жұмысты бір аспаппен жасауға рұқсат етіледі, бұған қоса өлшемдер схеманың бақылау нүктелерінде өлшеу аспаптан шығатын сымның істікшелі соңымен жасалады. Кернеуі 1 000 В дейін схемалар үшін істікшелі ұштықтың ұзындығы 70 мм кем болмау керек. Өлшеу кезінде қолданылатын сымдарды ажырату схеманың жұмыс кернеуінің үш есе мәніне есептелу керек.

Электр қондырғыларды реттеу және монтаждау жұмыстары екі топқа бөлінеді.

1. ***Кернеу өшірмей жұмыс істеу.*** Бұл жағдайда электр тоғының тікелей әсер етуінен қауіпсіздік шараларын қолдану керек және келесі ережелерді сақтау керек:

- ашық тоқ өткізгіш бөліктері бар аспаптар мен қондырғыларды желіге тек бөлетін зертханалық автотрансформатор (ЗАТР) арқылы қосу;
- қоректену кернеуін біртіндеп беру және мүмкін ең төмен кернеумен жұмыс істеу;

- жақсы оқшауланған және ұзындығы сәйкес келетін тұтқалары бар өлшеу аспаптарын пайдалану;
- қосымша жеке қорғану құралдарын пайдалану – резеңке кілемшелер, аяқ киім, құралдардың оқшаулағыш саптары;
- жұмысқа дымқыл қолдармен немесе сырқат жағдайда кіріспеу;
- жұмысты бастар алдында қолдардан және дененің өзге бөліктерінен металл заттарды (түйреуіш, алқа, сағат және т.б.) шешу;
- өлшеу аспаптарының ұштарын құрал-жабдықтар өшірілген кезде қосу;
- схеманың өлшенетін бөлігіне алдымен аспаптың корпустық сымын, содан кейін ғана сигналдық сымын қосу;
- сымдардың ұзындығы оларды қауіпті тартусыз және ұштастыру жерінен кенет өшіп қалмайтындай етіп өлшемдер жүргізуге мүмкіндік беретініне көз жеткізу.

2. ***Кернеуді өшіріп жұмыс істей.*** Бұл жағдайда қорек көзіне байқамай қосылу мүмкіндігін болдырмау керек, ол үшін жұмысты бастар алдында барлық сақтандырғыштарды шығарады. Схемада сақтандырғыштар болмаған жағдайда, коммутациялық аппараттардың қосылуының алдын алу басқару батырмаларының жабылуымен, коммутациялық аппараттың түйіспелерінің арасына оқшаулағыш аралық тығыздамаларды, ал тоқ өткізгіш тізбектерге тұйықтаушы қондырғыларды орнатумен қамтамасыз етілу керек. Жабдықтың өшірілуі оның кіріс қысқыштарындағы кернеудің болмауын кернеу көрсеткіштері бойынша тексеру арқылы анықталады, бұл кезде бақылау шамдарын қолдануға рұқсат етілмейді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Радиоэлектрондық аппаратураны (РЭА) монтаждаушының қауіпсіз жұмысы қалай қамтамасыз етіледі?
2. Жөндеу және баптау жұмыстарын істеген кезде, РЭА монтаждаушысы қандай ережелерді басшылыққа алады?
3. Қандай жағдайларда электр қуатын өшірмей жұмыс істеу рұқсат етіледі?
4. Баспа платасын дәнекерлеу мен әзірлеу кезінде, монтаждаушының денсаулығына қандай қауіп төнеді?
5. Бұйымда кернеудің жоқ екеніне көз жеткізу үшін не жасау керек?

3-бөлім
ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨНДІРІСТІК САНИТАРИЯ

3.1. ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

Өндірістік санитария — бұл өнімділік пен шығарылатын өнімдердің сапасын арттыру үшін, технологиялық және жинау операцияларымен қатар жүретін өндірістік факторлардың әсер ету жағдайында жұмысшылардың денсаулығын сақтау үшін еңбек жұмыс шарттарын орындауға қажетті іс-шаралар кешені.

Өндірістік санитария саласына жатады:

- жұмыс ғимараты мен жұмыс орындарын әрдайым тазалықта ұстау;
- зиянды газдардың, шаң-тозаңның, шудың, сәулелі және жиілігі жоғары энергияның әсерлерін рұқсат етілген нормаға дейін азайту;
- өндірістік ғимараттар мен жұмыс орындарын жарықтандырудың, жылудың, желдетудің берілген нормаларымен қамтамасыз ету.

Электронды техника өндірісінде қандай да бір аспаптар өндірісі рұқсат етілетін тазалық топтары бар (3.1-кесте).

Таза аймақтар мен таза бөлмелер ажыратылады. Таза аймақтарға дайындық операциялары өткізілетін өндірістік орындар жатады: материалдар қоймасы, жұмысшылардың демалу бөлмелері, өтетін дәліздер. Таза бөлмелерге аса таза жағдайды қажет ететін негізгі өндірістік үдерістер өтетін орындар жатады.

Тазалық тобы бөлменің 1 $м^3$ жеріне келетін шаң бөлшектерінің санымен анықталады. 209F халықаралық стандартына сәйкес 8 тазалық тобы бар: 0; 1; 10; 100; 1000; 10000; 100 000; 1 000000. 3.1-кестеде таза бөлмелерге олардың тобына байланысты қойылатын жеңілдетілген талаптар көрсетілген.

Электрондық техника өндірісінің әр түрі жұмыс өткізілетін жердің тазалығына өз талаптарын қояды.

3.1-кесте. Тазалық топтарының таза бөлмелеріне қойылатын талаптар

Тазалық тобы		Бөлменің 1 $м^3$ бөлшектер саны		Ауа алмасу қарқындылығы, алмасу/сағ	Таза аймаққа қатысты таза бөлмедегі артық қысым, Па
МЕМСТ 14644.1 — 2002	Халықаралық стандарт 209Е	диаметрі 0,3 мкм	диаметрі 0,5 мкм		
1	0	10	4	Бақыланбайды	—
2	1	102	35	Тура солай	—
3	10	1 020	352	540*	15
4	100	10 200	3 520	500*	15
5	1 000	—	35 200	300*	15
6	10 000	—	352 000	180	10—15
7	100 000	—	3 520 000	60—120	10—15
8	1 000 000	—	35 200 000	—	—
9	10 000 000	—	352 000 000	—	—

*Ламинарлық (бір бағытты) ауа ағынының жылдамдығы 0,3 — 0,5 м/с болғанда.

3.2-кесте. Электрондық техниканы өндірумен байланысты бөлмелерде климатттық жағдай қойылатын талаптар

Температура-климатттық жағдай (ТКЖ) көрсеткіштері	ТКЖ параметрінің мәні	
	Жыл мезгілі	
	суық	жылы
Ауа кеңістігінің қолайлы температурасы,°С	21±1	23±1
Салыстырмалы ауа ылғалдылығының рұқсат етілген мәні	50±5	
Қолайлы температураның немесе салыстырмалы ауа ылғалдылығының өзгеру жылдамдығы, период	1сағ артық емес	
Ауа ағынының жылдамдығы, м/с	0,15 — 0,25	

Электрондық техника бұйымдарын өндіру кезінде келесі тазалық топтарын орнату қарастырылған:

- өндіріс кезінде аса критикалық жұмыс орындарында (фотолитография, диффузия, шаңдату), — 100-ден артық емес;
- жинау мен герметизациясыз бөлмелерде — 1 000;
- жинау мен герметизация аймақтарында — 10000 (электрондық өндірістегі монтаждау және жинау жұмыстарын жүргізу).

Электрондық техниканы өндірумен байланысты бөлмелерде температура мен ылғалдылық белгілі талаптарға сәйкес болу керек (3.2-кесте).

3.2. ӨНДІРІСТІК ОРЫНДАРДЫ ЖЕЛДЕТУ

Монтаждау және радиотехникалық жұмыстарға арналған өндірістік орындарда ауа үнемі желдетіліп тұру керек. Оның міндеті - өндірістік орындардағы ауаның газдармен, булармен және шаң-тозаңмен рұқсат етілген концентрациядан жоғары ластануын болдырмау.

Бөлмелердің қолданыс мақсатымен, технологиялық үдеріс сипатымен, зиянды бөлінетін заттардың түрлерімен және өзге де көрсеткіштермен анықталатын желдету жүйелерінің барлық түрлерін келесідей жіктеуге болады:

- ауаны алмастыру үшін қысым жасау жолы бойынша: *табиғи* және *жасанды (механикалық) себептермен*;
- міндеті бойынша: *ағындық* және *ауа тартқыш;*
- қызмет көрсету аймағы бойынша: *жергілікті* және *жалпы алмасымды;*
- құрылыстық орындалуы бойынша: каналдық және каналсыз.

Табиғи желдету жүйелерінде ауа қозғалысы:

- аэрация деп аталатын, сыртқы (атмосфералық) ауа мен ғимарат ішіндегі ауа температураларының әртүрлілігіне байланысты;
- төменгі кезең, қызмет көрсетілетін орын, мен жоғарғы кезең, ғимарат шатырында орналасқан ауа тартқыш құрылғы (дефлектор), арасындағы «ауа бағанасындағы» қысымдардың әртүрлілігіне байланысты;
- жел қысымының әсерінен болады.

Табиғи желдету жүйелері қарапайым болып келеді және күрделі қымбат тұратын жабдықтар мен электр энергия шығындарын қажет етпейді. Алайда бұл жүйелердің тиімділігінің климат факторларына (ауа температурасы, жел бағыты мен жылдамдығы) тәуелділігі, сондай-ақ кіріс пен шығыстағы қысымдар арасындағы шағын өзгешелік олардың көмегімен өндірістік орындарды желдетудің күрделі және алуан түрлі міндеттерін шешуге мүмкіндік бермейді.

Жасанды (механикалық) желдету жүйелерінде ауаны біршама қашықтыққа жылжытуға мүмкіндік беретін жабдықтар мен аспаптар (желдеткіштер, электрқозғалтқыштар, ауа жылытқыштар, шаң ұстағыштар, автоматты климаттық қондырғылар және т.б.) қолданылады. Мұндай желдету жүйелері ғимараттың жергілікті аймақтарына ауаны қоршаған ауа кеңістігінің жағдайларына қарамастан беріп және тысқа шығара алады.

Ағындық желдету жүйелері желдетілетін бөлмелерге тысқа шығарылған ауаның орнына таза ауа беру үшін қолданылады. Ағындық ауа керек жағдайда арнайы өңделеді (тазартылады, қыздырылады, ылғалданады және т.б.).

Ауа тартқыш желдету ғимараттан (цехтан, корпустан) ластанған немесе қыздырылған өңделген ауаны тысқа шығарады.

Жалпы жағдайда ғимаратта ағындық та, ауа тартқыш та желдету жүйелері қарастырылады. Олардың өнімділігі ауаның көршілес ғимараттарға немесе көршілес ғимараттардан келуі мүмкіндігін есепке ала отырып теңдестірілуі керек. Ағындық та, ауа тарқыш та желдету жұмыс орнында (жергілікті) немесе бүкіл ғимаратқа

(жалпы алмасымды) да орнатыла алады.

Жергілікті желдету ауаны жұмыс орындарына беру үшін (жергілікті ағындық желдету) және зиянды заттар бөлінген жерлерден ластанған ауаны тысқа шығару үшін (жергілікті ауа тартқыш желдету) қолданылады.

Жергілікті ағындық желдетуге қоршаған ауа температурасын төмендететін және қарқынды жылулық сәулеленуге ұшырайтын жұмысшылардың желдетілуін қамтамасыз ететін ауа душтары (жылдамдығы жоғары шоғырланған ауа ағыны) жатады.

Жергілікті ауа тартқыш желдетуді ғимараттағы зиянды заттардың бөліну жерлері ауыздықталған жағдайда олардың барлық ғимарат бойынша таралуын болдырмау үшін қолданады. Ол зиянды газдарды, түтінді, шаң-тозаңды және жабдықтардан жартылай бөлінетін жылуды ұстау мен сыртқа шығаруды қамтамасыз етеді. Жұмыс орындарынан зиянды заттарды сыртқа шығару үшін жергілікті сору жүйелерін (шкафтар, шатырлар, ернеулік сорғыш, бүркеу және т.б.) қолданады.

Жалпы алмасымды ағындық желдету артық жылу мен ылғалдылықты ассимиляциялау, жергілікті және жалпы алмасымды ауа тартқыш желдетумен шығарылмағана булар мен газдардың зиянды шоғырлануын сұйылту үшін, сондай-ақ есептелген санитарлық-гигиеналық нормалар мен жұмысшылардың жұмыс орнында еркін тыныс алуын қамтамасыз ету үшін жасалады.

Жалпы алмасымды ауа тартқыш желдету ауа алмасуын қамтамасыз ету үшін қолданылады және оны желдеткішке ең жақын ғимарат аймағынан тысқа шығарады.

Егер цехтағы зиянды заттар ретінде ауыр газдар немесе шаң бөлінсе және жабдықтардан жылу бөліну болмаса, ауа тартқыш өткізгіштерді цех едені бойынша немесе оларды еден асты каналдар түрінде жасайды.

Қалайымен дәнекерлеумен байланысты монтаждық жұмыстарды орындаған кезде, жалпы алмасымды ауа тартқыш желдетуді, сондай-ақ жергілікті ауа тартқыш жүйелерін де, қорғасын және висмут қорытпаларымен жұмыс істеген кезде аса тиімді ауа тартқыш панельдер, қолданылады.

Шағын баспа платаларын өндіру кезінде қоюландырылған қышқылдар арқылы өңдеу операцияларын орындаған кезде ауа тартқыш шкафтар қолданылады. Баспа платаларын органикалық еріткіштермен сүрту қауіпсіз ету үшін жұмыс орындарында жұмыс орнына қарама-қарсы жақтан үстел ұзындығы бойынша бір жақты ернеулік сорғыш орнатады.

3.3. ӨНДІРІСТІК ОРЫННЫҢ ЖАРЫҚТАНДЫРЫЛУЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ

Электондық құрылғыларды өндіру бойынша өндіріс орындары табиғи, жасанды және аралас жарықтандырумен қамтамасыз етілу керек. Үнемі жұмысшылар болатын орындарда табиғи жарықтандыру болу керек. Жоғары дәлдікті қажет ететін жұмыстар атқарылатын жерлерде аралас жарықтандыру қолданылады. Жасанды жарықтандыру жалпы (орынды бірқалыпты жарықтандырған кезде), жергіліктелген (жарық көздерін жұмыс орындарын есепке ала отырып орналастыру) және аралас, жалпы мен жергілікті жарықтандыруды біріктіру, болып бөлінеді.

Жұмыс орындарының жарықтандырылуы көру аймағындағы бірқалыпты жарықтықты, айқын көлеңкелер мен жылтырлықтың болмауын, жарықтылықтың уақыт бойынша тұрақтылығын және жарық ағынының дұрыс бағытталуын қамтамасыз ету керек. Өндірістік орындағы нағыз жарықтылық нормаланатын жарықтықтан артық немесе тең болу керек.

Жасанды жарықтандыру екі жарық көзі арқылы жасалынады: қызу шамы және газ разрядты шам.

Қызу шамы құрылысы бойынша қарапайым, тез қыза алады. Бірақ олардың жарық бергіштігі (тұтынылатын қуат бірлігіне берілетін жарық мөлшері) төмен — 13—15 лм/Вт (лм — люмен лат. ***lumen*** — жарық; СИ Халықаралық бірліктер жүйесіндегі жарық ағынының бірлігі).

Газ разрядты шамдардың жарық бергіштігі 80—85 лм/Вт, ал натрийлілердікі одан да жоғары— 115— 125 лм/вт. Газ разрядты шамдардың кемшіліктері арнайы жүргізу-реттеу аппаратының қажеттілігі, қызу уақытының ұзақтығы, жарық ағынының пульсациясы болып табылады.

Электронды құрылғыларды монтаждаушының жұмысы жалтыраған металл бөлшектермен: шамнан түсетін жарықты толықтай қайтаратын түйіспелермен, сыртқа шығаратын өткізгіштермен, дәнекерленген қосылыстармен және т.б. байланысты.

Мұндай жағдайларда қарапайым қызу шамы секілді нүктелі жарықтық көздерді емес, жарықты әлсірететін параболалық торлармен жасақталған люминесцентті шамдарды қолданған дұрыс.

Табиғи жарықтандыру жарық саңылаулары арқылы күн жарығының түсуімен жасалынады. Табиғи жарықтандырудың негізгі

3.2-кесте. Электрондық техниканы өндіру кезіндегі жарықтандыру қойылатын талаптар

Міндеті	$E_{экс}$, лк	*UGR*	R_a
Радиомонтаждық жұмыстар	750	16	80
Компьютерлік жобалауға арналған жұмыс орны	500	19	80

Ескерту. 3.3-кестеде қолданылған белгілеулер: $E_{экс}$ — жұмыс орнының тікелей көзбен қарау аймағындағы жарықтандырылу, лк; *UGR* — заттардың жарықты қайтару қабілетін сипаттайтын, қолайсыздық немесе жылтырлық көрсеткішінің коэффициенті; R_a — түс жеткізу индексі — денені эталондық жарық көзімен жарықтандырғанда көрінетін түс пен дененің табиғи түсінің сәйкестік деңгейі, ең үлкен шамасы — 100.

сипаты болып табиғи жарықтандыру коэффициенті (ТЖК) табылады, ол - ғимарат ішіндегі табиғи жарықтандырудың ($E_в$) сол уақытта өлшенген сыртқы көлдененең жазықтықтың жарықтануына ($E_н$) қатынасы.

3.3-кестеде электрондық техниканы өндіру кезіндегі жарықтандыру нормалары көрсетілген.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Өндірістік санитария саласына не жатады? Өндірістік санитарияның электронды құрылғыларды монтаждаушының жұмыс сапасына әсері қандай?
2. Таза аймақ пен таза бөлменің қысқаша сипаттамасын беріңіз.
3. Өндірістік орынның тазалық тобы дегеніміз не?
4. Электрондық бұйымдарды өндіру кезінде желдетудің қандай түрлері қолданылады?
5. РЭА монтаждаушысының жұмыс бөлмелері мен жұмыс орнының жарықтандырылуына қандай талаптар қойылады?

4-бөлім

ЖҰМЫС ОРНЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ

4.1. ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

Электрондық бұйымдардың заманауи технологияларының күрделілік деңгейі монтаждаушының жұмыс орнының сапалы жабдықталуын қажет етеді. Жұмыс орнының қолайлығы еңбек тиімділігін арттырады, шаршағыштықты төмендетеді, қателік жасау мүмкіндігін азайтады, монтаж сапасын жоғарылатады.

Жұмыс орны болып өндірістік орынның арнайы бөлінген аймағы есептеледі, оның аумағының бос бөлігі құрастыру бұйымын, осы жұмысты орындауға қажетті технологиялық жабдықтарды, сондай-ақ өлшеу аспаптарын, қорғану құралдарын қоюға және жұмысшының өзінің орналасуына арналған.

Радиомонтаждаушының жұмыс орны (4.1-сурет) — жұмысшының қолайлы орналасуына, аспаптар мен құралдарды тиімді қоюға мүмкіндік беретін және электр қуатымен,

4.1-сурет. Радиомонтаждаушының жұмыс орнының жалпы түрі

жарықтандырумен, антистатикалық қорғанышпен және басқа да қосымша функциялармен жабдықталған көп атқарымды қондырғы. Үстелдің үстінгі тақтайының ұзындығы 120 см кем емес болу керек деген шартпен, үстелдің типтік өлшемдеріне регламент белгіленбейді. Жұмыс орнының функционалдылығын арттыру үшін үстелден басқа арбашалар, стеллаждар, тумбалар және т.б. қолданылады.

4.2. ЖҰМЫС ОРНЫНЫҢ ҮЛГІЛІ ЖИНАҚТАЛУЫ

Радиомонтаждаушының ***жұмыс орнының үлгілі жинағына*** кіреді:

- құрал-жабдықтар;
- монтаждық жабдықтар:
  - А өлшеу аспаптары;
  - А операциялардың сапалы орындалуы мен қауіпсіз жұмысты қамтамасыз ететін, компоненттер мен құрамдас өнімдерді сақтауға арналған құрылғылар;
  - А монтаждық жұмыстарды орындауға арналған құрылғылар мен жабдықтар;
- технологиялық материалдар;
- техникалық құжаттама:
  - А маршруттық және технологиялық карталар;
  - А жиналатын құрылғының немесе монтаждық түйіннің монтаждық және принципиалды сұлбалары;
- антистатикалық қорғаныс құралдары;
- электр тоғының тиюінен қорғану құралдары;
- желдету және жарықтандыру құралдары.

Радиомонтаждаушының жұмыс орнындағы құралдар жинағы жұмыс орнында жасалатын монтаждық операцияларға сәйкес, бірақ оны қажетсіз заттармен толтырмайтындай болу керек.

Жұмыс орнына ұсынылған аспаптар жинағы:

- кемпірауыз;
- дөңгелек ерінді кемпірауыз;
- іскек;
- біз;

- диэлектрлік және металл бұрағыштар;
- қылауық;
- егеу;
- жиналатын бұйым тұрқысын ашуға арналған арнайы құралдар;
- скальпель.

Кернеуі 220 В дейін электр қондырғыларда жұмыс істеген кезде оқшаулағыш тұтқалары бар монтаждық құрал қолдану керек. Құралдың тұтқасының оқшауланған бөлігінің ұзындығы 10 см кем болмау керек. Индуктивтілік катушкаларының параметрлері мен сүзгілерді баптау үшін диэлектрлік бұрағыштарды қолданады.

Технологиялық операциялардың (дәнекерлеу мен қалайылау) орындалуын қамтамасыз ететін ***монтаждық жабдықтарға*** жатады:

- дәнекерлегіш немесе саптамалар жинағы бар дәнекерлеу станциясы (4.2-сурет);
- дәнекерлегішке арналған үйкек;
- асбест майлық;
- монтаждық сымдардан оқшаулауды алуға арналған қондырғылар;
- плата ұстағыш;
- көмескі жарығы бар тұрақты үлкейткіш әйнек;

4.2-сурет. Дәнекерлегіш пен монтаждық фені бар дәнекерлеу станциясы

4.3-сурет. Монтаждық жабдықтар:
а — қалайы сорғыш; *б* — фен саптамалары; *в* — орам; *г* — экстрактор

- үлкен интегралдық схемаларды демонтаждау құрылғысы (экстрактор).

Демонтаждық жұмыстарды орындау үшін және электронды құрылғыны монтаждау кезінде жарамсыздықтарды түзету үшін қолданылады (4.3-сурет):

- механикалық немесе вакуумдық қалайы сорғыш;
- дәнекерлеу қалдықтарын алуға арналған «орам»;
- құрылғыны өшіргеннен кейін қалған кернеуді алуға арналған ажыратушылар;
- демонтаждық фен.

Жұмыс орнын жинақтауға қолданылатын ***технологиялық материалдарға*** жатады:

- құралдар мен платаны сүртуге арналған бәтес майлықтар жинағы;
- платаны флюс пен күйік қалдықтарынан тазартуға арналған щетка немесе жаққыш;
- тазартылған спирт;
- платаны тазартуға арналған аэрозоль;
- жиналатын бұйымды жөндегенде, дәнекерлегенде және флюстегенде радиоэлектрондық элементтерді суытуға арналған аэрозоль.

Әдетте, технологиялық материалдар тығыздалған қақпағы бар фарфор ыдыста сақталады.

Радиомонтаждаушының технологиялық операциялар мен баптау-реттеу жұмыстарын орындайтын жұмыс орны техникалық құжаттамамен жасақталған болу керек:

- сынау қондырғысының немесе өлшеу құралының байланыс сызбаларымен;
- баптау-реттеу жұмыстарын жүргізу кезіндегі қауіпсіздік техникасы мен өндірістік санитария бойынша нұсқаулықтармен;

- электрмагниттік сәулелену мен дыбыстық қысым кезеңдерін өлшеу хаттамаларымен;
- операцияларды орындаудың операциялық және маршруттық карталарымен;
- монтаждалатын не құрастырылатын құралдың монтаждық және принципалды сұлбаларымен.

Біріктіру деңгейінің артуымен және кристаллдағы элементтер өлшемдерінің азаюымен статикалық электрлік микросхемалардың бүліну мүмкіндігі артады, сондықтан электрондық модульдармен жұмыс істеу үшін едені антистатикалық линолеуммен қапталған арнайы антистатикалық жұмыс орны бөліну керек. Статикалық зарядтармен тиімді күресу үшін өндірістік орындағы ауа иондармен қанықтырылу керек.

Жұмыс орнының маңызды бөлігі болып қолайлы үстел мен орындық табылады. Үстел мен орындықтың металл бөлшектерін статикалық зарядтарды ыдырататын аса берік ұнтақ бояумен сырлайды. Негізгі технологиялық операцияларды жүргізу аймағында үстелдің бетін жерлендірілген үстелге қойылатын, төменгі қабаты өткізгіш, ал жоғарғы қабаты ыдыратушы, кілемшемен жабады. Кілемше тозуға төзімді, жанбайтын, қыздырылған дәнекерлегішпен байқаусызда тиген жағдайда қызуға төзімді, газ бөлмейтін, бірқалыпты жұмсақ түсті болу керек.

Үстелге қойылатын кілемшенің розеткасына антистатикалық білезік (4.4-сурет) қосылады. Үстелге қойылатын кілемше де, антистатикалық білезік те кедергісі 1 МОм резистормен жерге тұйықталады.

Кресло биіктігі мен орналасуы бойынша реттеліп, ең жоғары деңгейдегі қолайлылықты қамтамасыз ету керек, оңай жылжытылып, өз осі бойынша айналу мүмкіндігі болу қажет. Креслоның қаптамасы антистатикалық жанбайтын материалдан жасалуы керек.

4.4-сурет. Антистатикалық білезік

4.5-сурет. Түтін ұстағыш

Пластмассадан жасалған бұйымдар мен жабдықтар (аспаптардың сырттары, құралдардың тұтқалары, сақтауға арналған ыдыстар және т.б.) зарядты ыдыратушы шикізаттан жасалуы керек.

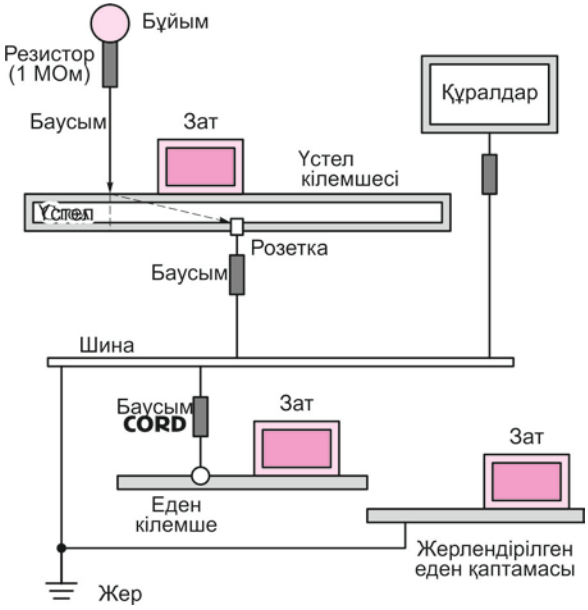
Дәнекерлеу жұмыстарын жасаған кезде пайда болатын түтінмен күресудің тиімді жолы болып түтін ұстағыш табылады (4.5-сурет). Бұл құрылғы диаметрі 0,01 мкм астам микробөлшектерді, сондай-ақ зиянды газдарды, соның ішінде формальдегидті де ұстай алады. Түтін ұстағыш жалпы ағындық-тартқыш желдету жүйесіне қосымша құрылғы ретінде қолданылады.

Микроэлементтерді монтаждау үшін жұмыс орны арнайы жарықтанған оптикалық әйнектен жасалған, ұлғайтуы үш диоптрия (175%) линзасы бар аралас шаммен жабдықталу керек. Шамдар линзаны көлденең ось бойынша бұру мүмкіндігі қарастырылған, шамды оңай жылжыту мен оны кез келген қалыпта бекітуге мүмкіндік беретін серіппелі аспа жүйесімен жабдықталған болу керек. Жеке жағдайларда жұмыс компьютердің USB-портына қосылатын монтаждық микроскоп қолданылады.

Тоқ өткізгіш бөліктерге байқаусызда тиіп элеткр тоғынан зақымданудан қорғану үшін резеңке кілемшелерді немесе төсеніштерді қолданады. Оқшаулағыш резеңке кілемшелердің минималды өлшемдері 75 х 75 см, ал оқшаулағыш резеңке төсеніштердің минималды ені — 75 см.

Жұмыс орнында немесе қол созым жерде орналасқан, апат жағдайының немесе қандай да бір басқа күтпеген себеп нәтижесінде кернеулі болуы мүмкін жабдықтардың сыртын қорғаныш жерлендіруге аса маңызды көңіл бөліну керек (4.6-сурет). Қорғаныш жерлендіруді жерлендіруші сымды жабдыққа және жерлендіру шинасына қатты бекіту арқылы жасайды. Қорғаныш нөлдендіруді жұмыс құралы қысқа тұйықталғанда немесе электр желісіндегі тоқ едәуір артқан жағдайда қолданылады. Қорғаныш нөлдендірудің жұмыс принципі корпусқа тұйықталуды бір фазалы қысқа тұйықталуға айналдырып, тоқтық қорғаныштың іске қосылуын қамтамасыз етуге шамасы жететін үлкен қысқа тұйықталу тоғын тудыру арқылы зақымдалған қондырғыны қорек желісенін автоматты түрде өшіруде.

Жұмыс орнында қолданылатын электр құрылғы мерзімдік тексеруден өту керек. Тасымалды және жылжымалы электр құрылғылар мен көмекші жабдықтарды тексеру мерзімділігі 6 айда 1 реттен кем болмау керек.



4.6-сурет. Радиомонтаждаушының жұмыс орнын жерлендіру

Жөндеуден кейін электр құрылғыны сынайды (өндірістік жиіліктегі жоғары кернеумен: 1 мин ішінде қуаты 1 кВт дейін құрал үшін — 900 В, 1 кВт артық — 1350 В).

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Радиомонтаждаушының жұмыс орнына анықтама беріңіз.
2. РЭА монтаждаушысы жұмыс орнында қолданатын құралға қандай талаптар қойылады?
3. РЭА монтаждаушысының жұмыс орнында қандай құжаттар болу керек?
4. Радиомонтаждық жұмыстар жүргізу кезінде жұмыс орны мен бөлмедегі статикалық электр қуатынан сақтану шараларын атаңыз.
5. Электр тоғымен зақымданудан сақтану шараларын атаңыз.

II тарау

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ МЕН ТҮЙІНДЕРІ

5-бөлім

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

5.1. РЕЗИСТОРЛАР

Резистор — электр тоғына кедергімен сипатталатын электр тізбегінің пассивті элементі. Мінсіз резистор үшін кез келген уақытта тізбек аймағы үшін Ом заңы орындалу керек: резистордағы кернеудің лездік мәні ол арқылы өтетін тоқ мәніне тура пропорционал:

$$U(t) = RI(t). \qquad (5.1)$$

Іс жүзінде резисторлардың қандай да бір деңгейде паразиттік сыйымдылығы, паразиттік индуктивтілігі және вольтамперлік сипаттамасы сызықты емес болады.

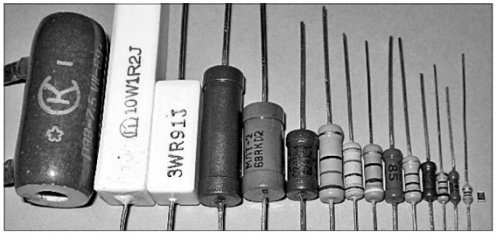
Өткізгіш материалдардың электрлік қасиеті болып олар бойынша электр тоғының өтуіне кедергі жасау қабілеті табылады, ол меншікті көлемдік электр кедергісімен, яғни осы заттан жасалған ұзындығы 1 м және қимасы 1 м^2 өткізгіштің кедергі мөлшерімен сипатталады.

Құрылысы бойынша келесідей кедергілер болады:

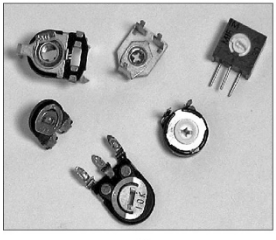
- көміртекті. Кедергі қабатының материалын вакуумды камерада газ образды көміртектің жылулық ыдырауынан алынатын пиролиттік көміртектен керамикалық және шыны негіздерде жасайды.
- металл қабықшалы және металл оксидті. Кедергі қабатының материалын көп компонентті қоспалардың (Cr, Ni, Fe, Si),

композиттік материалдардың (силицидтар мен керметтер), сондай-ақ вакуумды камерада керамикалық негізге жылулық буландыру, катодтық тозаңдату әдістерімен тұндырылатын қалайы диоксидінің SnO_2 жұқа қабықшасынан жасалады;

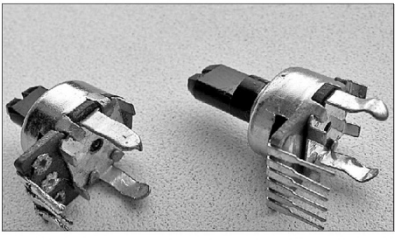
- композиттік және қабыршақты. Кедергі қабатының материалы ретінде оқшаулағыш негіздің (айналы гетинакс, шынытекстолиттің) тегіс бетіне құйып, одан кейін пеште қыздырып босаңдату арқылы алынатын органикалық шайырдың құрыммен қосындысы қолданылады. Қабықшаның қажалуға төзімділігі өте жоғары, сондықтан айнымалы және өзгертпелі резисторларды жасауға жарамды;
- композициялық және көлемді. Резисторлар майда дисперсті керамиканың немесе шынының металл бөлшектерін вакуумда жоғары температурада біріктіру арқылы алынған қосындысынан тұратын бағандар болып табылады, оларды жоғары омды және жоғары вольтты резисторларды жасауға қолданады;
- сымдығы және металфольгалы. Резисторларды кедергісі жоғары қоспалар (нихром, манганин) негізінде жасалған жұқа сымды қызуға шыдамды қаңқаға (шамот керамика) орап, әйнек эмальмен жалату арқылы жасайды;



а



б



в

5.1-сурет. Сыртқы түрі мен қолданысы бойынша резистор түрлері:
а — тұрақты; ***б*** — өзгертпелі; ***в*** — айнымалы

- металл диэлектрлік және реактивсіз СВЧ-резисторлар, кедергі қабатының материалы қиын балқитын материалдардың жұқа қабықшасын вакуумда сапасы жоғары керамика дайындамаға түсіру арқылы жасалған.

Резисторлардың сыртқы түрі 5.1-суретте көрсетілген.

Резисторларды жасау кезінде қолданылатын кейбір металл өткізгіш материалдардың сипаттамалары 5.1-кестеде берілген.

Сымдығы резисторларды меншікті кедергісі ең үлкен материалдан жасалған сымнан жасап шығарады (5.2-кесте).

5.1-кесте. Өткізгіш материалдардың қасиеттері

Материал	Тығыздығы, мг/м^3	Балқу температурасы, °С	Меншікті көлемдік кедергісі, мкОм ■ м
Алюминий	2,7	657	0,028
Қола	7,5 — 8,9	900	0,01 — 0,28
Вольфрам	19,3	3 380	0,055
Алтын	19,3	1 063	0,024
Кадмий	8,65	321	0,076
Мыс	8,94	1 083	0,017
Магний	1,74	651	0,045
Молибден	10,2	2 620	0,057
Никель	8,9	1 455	0,073
Қалайы	7,31	232	0,12
Платина	21,4	1 770	0,105
Күміс	10,5	961	0,016

Е с к е р т у. ***Қола*** — мыстың қалайымен, кадмиймен, бериллиймен, фосформен және басқа кейбір элементтермен қоспасы.

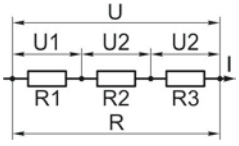
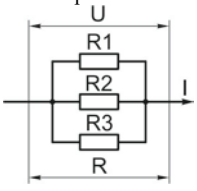
Жез — мыс пен цинк қоспасы.

5.2-кесте. Сымдығы резисторларға арналған материалдардың қасиеттері

Материал	Тығыздығы, кг/м^3	Балқу температурасы, °С	Меншікті көлемдік кедергісі, мкОм · м
Константан	8 900	1 260	0,4 – 0,5

Материал	Тығыздығы, кг/м^3	Балқу температурасы , °С	Меншікті көлемдік кедергісі , мкОм · м
Манганин	8 400	960	0,42 — 0,5
Никелин	11 200	1 060	0,4 — 0,44
Нихром	8 200	1400	1 — 1,2
Фехраль	7 300	1490	1,26—1,35
Хромель	7 100	1500	1,45

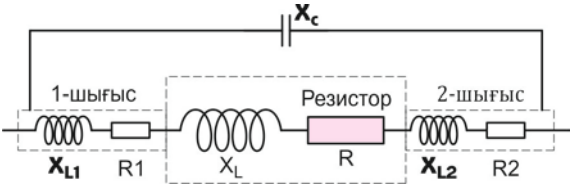
5.3-кесте. Резисторларды тізбектей және параллель жалғау

Жалғау түрі. Сызбасы	Есептеу формулалары		
	Жалпы кедергі	Кернеу	Тоқты
Тізбектей 	$R = R_1 + R_2 + R_3$	$U = U_1 + U_2 + U_3$	$I = \frac{U}{R}$
Параллель 	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$U = IR$	$I = I_1 + I_2 + I_3$

Резисторларды электрлік сұлбада қолданған кезде оларды параллель және тізбектей жалғауға болады. Осылайша қуатты құрамдас бөліктер бойынша тарату (тізбектей жалғау) мен тиімді кедергіні азайтуға (параллель жалғау) қол жеткізіледі. Жалғау параметрлері 5.3-кестеде көрсетілген.

Резисторлардың параметрлеріне жатады:

- б е л с е н д і к е д е р г і — ағымдағы кернеу мен тоқтың (5.1) формулаға сәйкес қатынасы;
- т о л ы қ к е д е р г і — кернеу мен тоқтың лездік мәндерінің қатынасы ретінде анықталады. Бұл параметр



5.2-сурет. Резистордың эквивалентті сұлбасы

резистордың баламалы сұлбасына (5.2–сурет) сәйкес индуктивті және сыйымдылық қасиеттерінің әсерін есепке алады, Ом;

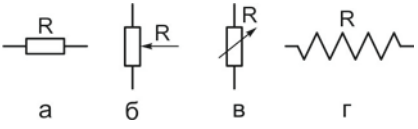
- сейілудің жұмыс қуаты — резистордың параметрлері мен сипаттары сақталатын, кедергіде бөлінетін ең үлкен қуат, Вт;
- кедергі дәлдігі (номиналдан ауытқу) — нағыз кедергінің номиналды (есептік) кедергіден ауытқуы, %;
- кедергі шамасының температураға тәуелділігі— кедергінің температуралық коэффициентімен (КТК) анықталады, оның мәні оң да, теріс те болуы мүмкін, Ом/град.

Ескертулер. 1. КТК айқын көрсетілген резисторлар ***термисторлар*** деп аталады. Егер резистордың КТК оң болса, ол ***позистор.***

2. Резистордың толық кедергісі резистор жұмыс істейтін тізбектегі тоқ жиілігіне немесе кернеуге тәуелді және сөйтіп олардың арасындағы фазалық қатынасқа әсер етеді.

Принципиалды сұлбаларда (5.3-сурет) резисторларды DIN еуропалық стандарты мен ASNI америкалық стандарты бойынша белгілеудің екі түрі бар.

Резисторлардың параметрлері сыртқы түрі мен олардың үстіне жазылған кодтармен және техникалық құжаттамаен анықталады.



5.3-сурет. Резисторлардың принципиалды сұлбада белгіленуі:
а, *б*, *в* — DIN стандарты бойынша сәйкесінше тұрақты, айнымыла және өзгертпелі резисторлар; *г* —ASNI стандарты бойынша тұрақты резистор

Сонымен бірге, импорттық және отандық резисторлардың белгіленуінде де өзгешелік бар, олардың номиналдары МЕМСТ 2.728—74 бойынша корпустың эмаль қаптамасына келесідей түсірілген:

Резисторлардың номиналдарын МЕМСТ 2.728—74 бойынша шартты белгілеу

Жазу	*Номинал*	*Жазу*	*Номинал*
R12 =	0,12 Ом	12K =	12 кОм
1R2 =	1,2 Ом	M12 =	0,12 МОм
12R =	12 Ом	1M2 =	1,2 МОм
K12 =	0,12 кОм	12M =	12 МОм
1K2 =	1,2 кОм		

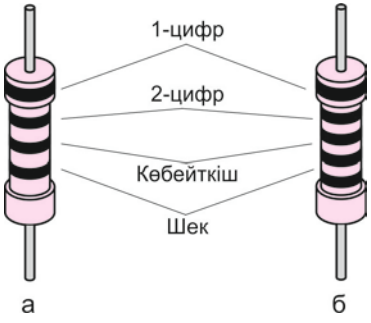
Номиналдан ауытқу да жазу түрінде процентпен көрсетіледі. Сейілу қуаты сыртқы көлемімен анықталады. Егер резистордың қуаты 3 Вт артық болса, оның сандық мәні резистордың сыртына жазылады. Өзге жағдайларда келесіде көрсетілгендей штрихкод бойынша анықталады.

Резисторлардың шашырату қуаты мен штрихкод сәйкестігі

Резистор қуаты, Вт	*Штрихкодқа сәйкестігі*	*Резистор қуаты, Вт*	*Штрихкодқа сәйкестігі*
0,05		1	I
0,125		2	II
0,25		5	V
0,5			

Электрондық компоненттерді өндірушілердің көпшілігі резисторлардың номиналын олардың сыртына түрлі түсті жолақтармен көрсетуге көшті.

5.4-суретте және 5.4-кестеде номинал мен мүмкін ауытқуды түрлі түсті жолақтар арқылы анықтау ережесі көрсетілген.



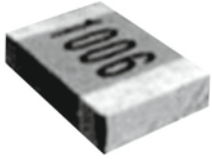
5.4-сурет. Резисторлардың номиналы мен мүмкін ауытқуды түрлі түсті жолақтар арқылы анықтау ережелері

5.4-кесте. Резисторлардың түрлі түсті белгіленуінің мәндері (5.4-сурет)

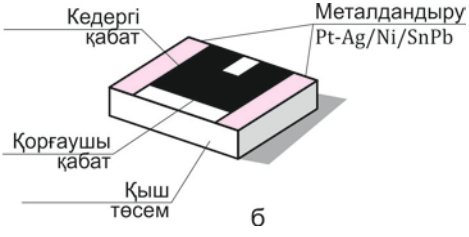
Белгінің түсі	Номиналды кедергі, Ом				Ауытқу, %
	1-цифр	2-цифр	3-цифр	Көбейткіш	
Күміс	—	—	—	10^{-2}	±10
Алтын	—	—	—	10^{-1}	±5
Қара	—	0	—	1	—
Қоңыр	1	1	1	10	±1
Қызыл	2	2	2	10^{2}	±2
Қызғылт сары	3	3	3	10^{3}	—
Сары	4	4	4	10^{4}	—
Жасыл	5	5	5	10^{5}	±0,5
Көк	6	6	6	10^{6}	±0,25
Күлгін	7	7	7	10^{7}	±0,1
Сұр	8	8	8	10^{8}	±0,05
Ақ	9	9	9	10^{9}	—

РЭА беттік монтаждау технологиясы үшін шағын корпусты резисторларды қабыршақты технология бойынша, қыш төсемге түсірілген жұқа металл қабығынан дайындайды. SMD-резисторының корпусының жалпы сыртқы түрі (беттік-монтаждалу элементтер) мен резистордың құрылымы 5.5-суретте көрсетілген.

Мұндай резисторлардың номинал мәндері сандық немесе таңбалық кодтар бойынша анықталады. Сандық кодтау кезінде үш



а



б

5.5-сурет Беттік монтаж резисторлары:
а — номиналы көрсетілген резистордың жалпы көрінісі; б — резистор құрылымы

цифр жазылады: бірінші екеуі резистордың номиналын, ал үшіншісі деңгейді (көбейткіш) анықтайды. Таңбалық код кезінде резистордың бетіне латын әліпбиінің әрпі түсіріледі, ол бойынша анықтамалықта резистордың номинал мәні анықталады.

5.2. КОНДЕНСАТОРЛАР

Конденсатор — бұл тұрақты тоқ бойынша тарқатуға, айнымалы тоққа кедергі әрекет етуге, жиілік құрамдастарды сүзгілеуге, электр зарядын жинау мен сақтауға арналған электр тізбегінің пассивті элементі.

Конденсатор өзінің құрылысы бойынша диэлектрикпен бөлінген екі өткізгіш пластиналардан тұрады. Конденсатордың сыйымдылығы фарадпен (Ф) өлшенеді және диэлектрлік материалдың диэлектрлік өткізгіштігімен, өткізгіш пластиналардың өлшемдерімен анықталады және пластиналар арасындағы қашықтыққа кері пропорционал

$$C=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \qquad (5.2)$$

мұндағы e_0 — қоршаулар арасындағы кеңістікті толтыратын ортаның салыстырмалы диэлектрлік өткізгіштігі, және е — электр тұрақтысы, Кл/(В • м); ***S*** — пластиналардың ауданы, $м^2$; ***d*** — олардың арасындағы қашықтық, м.

Бұл формула пластиналар арасындағы ***d*** қашықтық пластиналардың сызықтық өлшемдерінен бірталай кішірек болғанда ғана дұрыс.

Конденсаторларды қолданылатын диэлектрик түрі мен құрылыстық ерекшеліктері бойынша бөледі. Конденсаторлардың барлық түрлері екі топқа біріктірілген: органикалық емес (керамикалық — радиомонтаждық тәжірибеде қолданылатын шартты атау) және органикалық диэлектрикті.

«Керамикалық» конденсаторларда диэлектрик ретінде қолданыла алады: шыны, шыны эмаль, слюда, шыны қыш, сегнет керамика және тиконд. Олар, әдетте, резонанстық контурларда жиілігі жоғары және жоғары вольтты тізбектерде өткізгіш және кедергіні басатын элементтер ретінде қолданылады.

Органикалық диэлектрикті конденсаторлардың диэлектриклік негізі болып қабат-қабатпен оралатын конденсаторлық қағаз табылады. Сондай-ақ, оларға оксидті диэлектригі бар конденсаторлар да жатады (электролиздік). Отандық саралану бойынша олар «К50» деп белгіленеді, олардың пластиналарын

а *б* *в*

5.6-сурет. Конденсатор түрлері:

а — тұрақты сыйымдылық (электролиздік және керамикалық); ***б*** — айнымалы сыйымдылық; ***в*** — өзгертпелі

электролитке орналастырылған танталдан немесе алюминийден жасайды. Алюминий және тантал конденсаторлар сұйық (күкірт қышқылының негізінде) немесе құрғақ (марганец тотығының негізінде жасалған қатты жартылай өткізгіш) электролитті қолданады. Бұл конденсаторлар әрқашан полярлы, сондықтан электр тізбегіне қосқан кезде олардың полярлығын ескеру керек. Олар 100 кГц дейін жиілігі төмен тізбектерде қорек көздерінің сүзгіштері ретінде, сондай-ақ шектік кернеу көздері ретінде қолданылады.

Құрылысы бойынша конденсаторлар тұрақты, айнымалы және өзгертпелі болады. Соңғылары диэлектрик ретінде полистирол мен фторпластты қолданады. Конденсаторлардың сыртқы түрі 5.6-суретте көрсетілген.

Электрлік схемаларда конденсаторлар латын әліпбиінің «С» әрпімен конденсатор түріне қарамай, номинал және реттік нөмірін көрсету арқылы белгіленеді.

Конденсаторлардың ерекше түрлеріне жатады:

- ***ионистрлар*** — құрылысында тиімді сыйымдылықты арттыратын алюминий қақтамамен жабылған көмір электрод қолданатындықтан, сыйымдылығы 10—100 Ф жететін конденсаторлар. Ионисторларды жасау кезінде тоқты белгілі бір бағытты өткізу арқылы электролиттен диэлектрик қабатты жасаудың арнайы технологиясын қолданылады. Сыртқы түрі — цилиндрлік;
- ***варикаптар*** — кернеумен басқарылатын айнымалы сыйымдылық конденсаторлары. Жартылай өткізгіштік технология бойынша (диодтар секілді) жасалады. Сыртқы келбеті бойынша варикап диодқа ұқсайды. Варикаптың принципиалды схемадағы шартты белгісі катоды екі сызықпен аяқталатын диод ретінде көрсетіледі.

Радиотехникалық тізбектердегі конденсаторлардың номиналды сыйымдылығын өлшеу үшін фарадтың үлестік бөліктері — микро-, нано- және пикофарадтар (сәйкесінше мкФ, нФ және пФ) кең қолданылады.

Конденсатордың толық кедергісі оның сыйымдылығымен, шығындар кедергісімен және металл шығыстарының индуктивтілігімен анықталады.

Айнымалы тоқта конденсатор мәні төмендегі формуламен анықталатын кедергі ретінде әрекет етеді:

$$X_C = -\frac{1}{\omega C}, \qquad (5.3)$$

мұндағы $\boldsymbol{X_C}$ — конденсатордың айнымалы тоққа кедергісі; $\boldsymbol{C}$ — конденсатордың номиналды сыйымдылығы, Ф; ю —$\boldsymbol{2nF}$ ($\boldsymbol{F}$ — сызықтық жиілік, Гц) сәйкес келетін шеңберлік жиілік.

(5.3) формула схеманың жарамсыздық себебін айнымалы тоқтағы конденсатор кедергісінің омдық мәнін анықтау арқылы табуға көмектеседі.

Конденсаторлардың маңыздылығы жағынан кем емес тағы бір сипаттамасы – конденсатор берілген жағдайда қызмет мерзімі бойы параметрлерді ұйғарынды шекте сақтай отырып жұмыс істей алатын, конденсаторда көрсетілген кернеу мәні. Пайдалану кезінде конденсатордағы кернеу номиналды мәннен 2 еседен артық болмау керек.

Көптеген оксидті диэлектрикті (электролиздік) конденсаторлар электролиттің диэлектрикпен ерекше химиялық өзара әрекеттестігіні байланысты, кернеудің полярлығы дұрыс болған жағдайда ғана жұмыс істейді. Конденсатордың желіге дұрыс емес қосылуын болдырмау үшін конденсатордың корпусына теріс электрод жағынан үзік сызық салады, ал оң электродқа қарама-қарсы «+» белгісін қояды.

Конденсаторлардың сыйымдылығының температуралық коэффициентінің (СТК) көмегімен олардың сыйымдылығының температураға байланысты өзгерісін төмендегі формула бойынша анықтайды

$$C(T) = C_н - TKE \cdot \Delta T, \qquad (5.4)$$

мұндағы $C_н$ — конденсатордың номиналды жұмысы кезіндегі сыйымдылықтың номиналды мәні, Ф; *ТКЕ* — сыйымдылықтың температуралық коэффициенті (оң да, теріс те болуы мүмкін); ДГ — температураның қалыпты жағдайға қатысты өзгерісі.

5.7-сурет. Керамикалық тегіс шағын конденсатор корпусындағы номиналдың белгіленуі

Конденсатордың айнымалы тоқтағы жұмысын анықтайтын маңызды параметр болып шығын бұрышының тангенсі табылады:

$$\mathrm{tg}\delta = \frac{\varepsilon_{im}}{\varepsilon_{re}} = \frac{\sigma}{\omega\varepsilon_a}. \qquad (5.5)$$

Ол $\boldsymbol{e_{im}}$ активті қуаттың e_{re} реактивті қуатқа қатынасын анықтайды, яғни айнымалы және тұрақты тоқтағы конденсатордағы қуат шығындарын конденсатордың мінсіз жасалмау есебінен сипаттайды (шығындар шығып кету кедергілері мен шығыс индуктивтілігін тудырады). Шығындардың тангенсі аз болған сайын, конденсатор сапасы жоғарырақ.

Беттік монтаждауға арналған шағын корпусты конденсаторлардан өзге (бұл жағдайда конденсатор параметрлерін анықтамалықтарда сыртқы түрі немесе геометриялық өлшемдері бойынша анықтайды) барлық конденсаторлардың сыйымдылығы мен жұмыс кернеулерінің номиналдары сыртында анық және кодталған түрде немесе түрлі түсті жолақтар мен нүктелер түрінде көрсетіледі. Электролиздік конденсаторларда сыйымдылық пен жұмыс кернеуінің мәндерін сыртына бояумен жазады. Тегіс шағын конденсаторлардың сыртына номинал мәндерін кодталған түрде түсіреді (5.7-сурет).

Конденсатордың сыйымдылығы пикофарадтарда былай анықталады: бірінші екі цифр — номинал, пФ, үшінші цифр — деңгей көрсеткіші (номинал мәнінен кейінге нөлдер саны). Осылайша, 5.7-суретте көрсетілген конденсатордың сыйымдылығы 100 000 пФ, немесе 0,1 мкФ тең.

5.3. ИНДУКТИВТІ ЭЛЕМЕНТТЕР

Индуктивті элементтерге индуктивтілік катушкалары, дросселдер мен трансформаторлар жатады. Индуктивті элементтер сым кесіндісін тірек элемент – біліктің бойымен шиыршық етіп орау принципі бойынша жасалады. Осындай жолмен алынған элементтің

қасиеттері тек айнымалы тоқ кезінде ғана болады. Индуктивті элементтің негізгі параметрі болып генримен (Гн) өлшенетін L индуктивтілік табылады. Ол келесі формула бойынша есептеледі

$$L = mm_0N^2S/l, \qquad (5.6)$$

мұндағы ***m*** —ортаның магнит өткізгіштігі, Гн/м; m_0 — вакуумның магниттік тұрақтысы, немесе магнит өткізгіштігі, Гн/м; ***N*** — орамдар саны; ***S*** — катушканың көлденең қимасы, м^2; ***l*** — катушка ұзындығы, м.

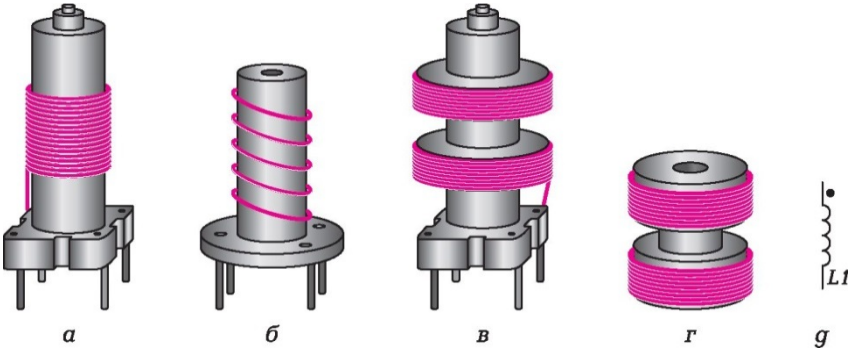
Айнымалы тоқта индуктивтіліктің реактивті кедергісі болады, оның шамасы өтетін тоқ жиілігі мен индуктивтілікке тәуелді:

$$X_L = \omega L = 2\pi FL. \qquad (5.7)$$

Индуктивтілік катушкаларын эмаль оқшауланған мыс сымнан жасайды. Сым оқшаулағыш материалдан (пластмасса, картон, текстолит) жасалған қаңқаға оралады (5.8-сурет).

Индуктивтілік катушкалары олар арқылы электр тоғы өткен кезде магниттік энергияны жинауға арналған. Бұрандамалы, бұрамалы шиыршық және шиыршық индуктивтілік катушкалар болып ажыратылады.

Индуктивтілік катушкалары сүзгілерде, тербелмелі контурларда қолданылады. 5.8, ***а, в*** суреттерде көрсетілген катушкалардың ішкі біліктері бар, олар арқылы жиілікті баптау үшін катушкалардың индуктивтілігін өзгертуге болады.



5.8-сурет. Индуктивтілік катушкаларының түрлері:

а — екі қабатты; ***б*** — бір қабатты; ***в*** — өзара индукция; ***г*** — құрышты білікте; ***д*** — катушканың орама басы көрсетілген шартты белгі

5.9-сурет. Әр түрлі дросселдердің сыртқы түрі

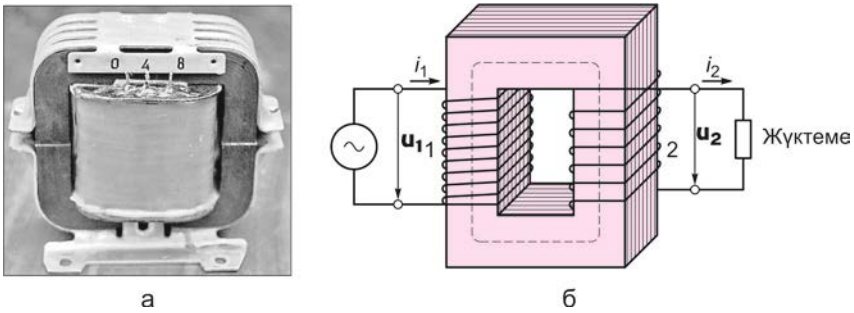
Жиілігі төмен тізбектерде индуктивтілік катушкаларының ерекше түрін ***дросселдерді*** қолданады, олар қорек көздерін айнымалы тоқтың жиілігі жоғары ауытқуларынан сақтайды, сондай-ақ қоректендіру желісінің электрмагниттік кедергілермен «ластануының» алдын алады.

Дроссель ферриттан немесе өзге материалдан жасалған білікке оралған индуктивтілік катушкасы болып табылады. Дросселдің жұмысы оның кедергісінің айнымалы тоқта жоғары, ал тұрақты тоқта төмен болуына негізделеді. Дросселдерді айнымалы сигналдағы жиілігі жоғары құрамдас бөліктерді алып тастайтын тегістеу сүзгісі ретінде қолданады.

5.9-суретте көрсетілгендей, кейбір дросселдердің сүзгіш қасиеттерін арттырып, тиімді индуктивтілігін көбейтетін мықты құрышты білігі болады.

Трансформатор — бір немесе бірнеше айнымалы тоқ ағындарын өзге сипаттағы айнымалы тоқ ағындарына айналдыруға арналған индуктивті элемент түрі. Ол бір магниттік ағынмен біріктірілген бір немесе бірнеше оқшауланған катушкалардан (орамдардан) тұрады.

Трансформатор орамдары өзара индуктивтілік байланысы бар және феррит немесе өзге магниттік материалдан жасалған негізде (білікте) орналасқан сым немесе лента өткізгіштерден тұрады. Бұл жағдайда индуктивтіліктің энергияны жинақтап, оны электрмагниттік өріс көмегімен өзге орамаларға ауа аралығы немесе магнит өткізгіш (білік) арқылы жеткізу қабілеті қолданылады.



5.10-сурет. Трансформатордың сыртқы түрі (а) мен құрылысы (б)

Трансформатордың сыртқы түрі және оның құрылысы 5.10-суретте көрсетілген.

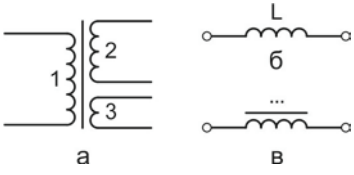
Трансформатордағы энергия берілісі бірінші реттік орамнан туындайтын магниттік желілердің екінші реттік орамдар арқылы өтуі арқылы жүзеге асады. Бұл әсерді күшейту үшін магниттік желілерді магнит өткізгіш – білік арқылы тұйықтайды. Білік «кезбе» тоқтарды азайту үшін металл пластиналардан жиналады. Екінші реттік ораманың орамдар санын өзгерту арқылы оның кернеуін өзгертуге, сөйтіп электр энергиясын түрлендіруге болады.

Энергияны трансформатор арқылы түрлендіру келесі формула бойынша анықталады:

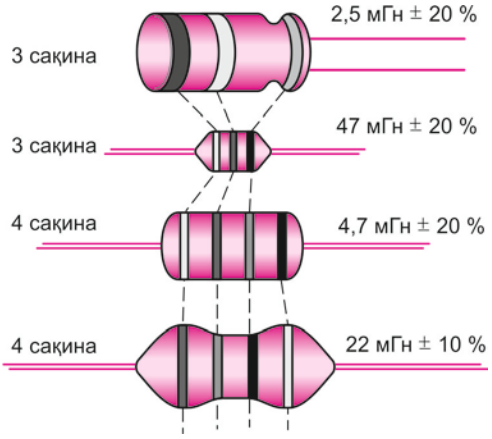
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}, \qquad (5.8)$$

мұндағы $\boldsymbol{U_2}$, $\boldsymbol{U_1}$ — сәйкесінше бірінші және екінші реттік орамдардағы кернеудер В; $\boldsymbol{N_2}$, N — орамалардағы орамдар саны; $\boldsymbol{I_2}$, $\boldsymbol{I_x}$ — орамалардағы тоқ, А.

Олай болса, орамалардағы кернеу мен тоқ олардың орам санына байланысты. Сондай-ақ орамалардағы орамдар санының қатынасына трансформатордың толық кедергісі тәуелді. Осылайша, трансформаторларды тек тоқ пен кернеу түрлендіргіштері ретінде



5.11-сурет. Индуктивті элементтердің шартты белгілері:
а — трансформатор; ***б*** — индуктивтілік катушкасы; ***в*** — дроссель

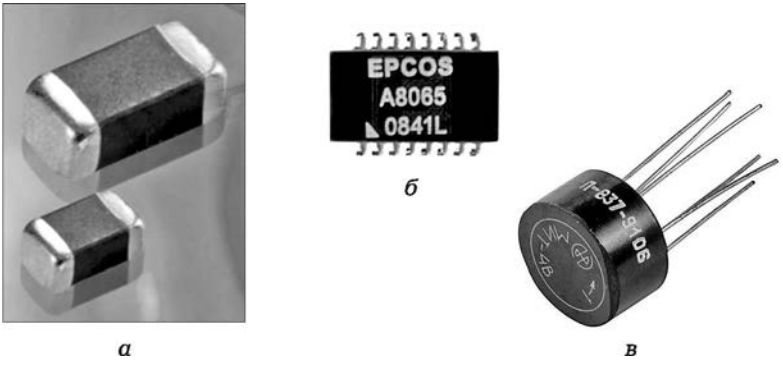


5.12-сурет. Индуктивтілік номиналдарын түрлі түсті жолақтар арқылы көрсету

ғана емес (күштік трансформаторлар), сондай-ақ екінші реттік орамаға қосылатын кез келген жүктемемен қуат бойынша тиімді келістіруді қамтамасыз ететін келістіруші құрылғы ретінде де қолдануға болады.

Индуктивтіліктің принципиалды сұлбасында дросселдер мен трансформаторлар 5.11-суретте көрсетілгендей белгіленеді.

Катушкалардың параметрлері болып индуктивтілік шамасы, айнымалы жұмыс тоғы мен кернеудің ең үлкен мәндері, оңтайлы жиілік ауқымы мен беріктігі табылады.



5.13-сурет. Индуктивтілікті жасау жолдары :
а — корпуссыз; *б, в* — чип-корпустағы трансформаторлар

Дросселдердің параметрлеріне, катушкаларға көрсетілгендерден басқа, номиналды магниттеу тоғы қосылады.

Трансформаторларды пайдалану кезінде орамалардағы орамдар санын, орама сымның диаметрін, сызықтық емес бұрмалау коэффициентін, пайдалы әрекет коэффициентін (ПӘК), тиімді қолданылатын жиіліктер диапазоны мен әрбір ораманың омдық кедергісін есепке алады.

Принципиалды сұлбаларда, сондай-ақ индуктивті элементтердің корпусында олардың параметрлері көрсетілмейді, оларды тек анықтамаларда сипаттамасына сәйкес табуға болады.

Кейбір өндірушілер индуктивтілік катушкасының номиналдарын көрсету үшін корпусына түрлі түсті жолақтар жасайды (5.12-сурет).

Индуктивті элементтер беттік монтажға арналған чип-корпустарда жасалуы мүмкін (5.13-сурет).

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Жиі қолданылатын резисторлар қандай материалдардан және қандай технология бойынша жасалады?
2. Сызбаларда резисторларды, конденсаторларды және индуктивтілік катушкаларын қалай белгілейді?
3. Конденсаторлардың қандай түрлерін білесіз? Олардың ерекшеліктері мен қолдану салаларын атаңыз.
4. Электр тізбектерінде индуктивтілік катушкаларының қандай қасиеттері қолданылады? Олардың негізгі параметрлері мен сипаттамаларын көрсетіңіз.
5. Резисторлардың, конденсаторлардың және индуктивтілік катушкаларының номиналдары қалай анықталады?
6. Тоқтар мен кернеулерді трансформациялау үшін қандай элементтер қолданылады? Олардың параметрлері мен сипаттамаларын атаңыз.

6-бөлім

ЭЛЕКТРОНДЫҚ АСПАПТАР МЕН ҚҰРЫЛҒЫЛАР

6.1. ЭЛЕКТРВАКУУМДЫҚ АСПАПТАР

Жұмыс кеңістігінен ауа шығарылған және сыртқы атмосферадан қатты газ өткізбейтін қабықшамен қорғалған электрвакуумдық аспаптар (ЭВА) электрлік тербелістерді тудыруға, күшейтуге және түрлендіруге арналған.

Электрвакуумдық аспаптар, вакуумда тек электронды тоқ қана өтетін, электрондық және, газда (немесе буда) электр разряды болатын, иондық (газразрядты) деп бөлінеді.

Электрондық ЭВА-да иондану жоқтың қасы, ал газ қысымы 100 мкПа кем (жоғары вакуум).

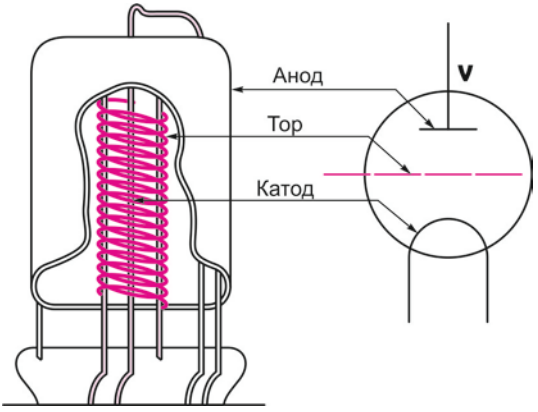
Иондық ЭВА-да қысым 133 х 10^{-3} Па (10^{-3} мм рт. ст.) және одан артық. Бұл кезде қозғалмалы электрондардың едәуір бөлігі газ молекулаларымен соқтығысып, оларды иондайды.

ЭВА ерекше тобына электрондық шамдар жатады, олар жақында ғана жетекші орында болған, бірақ соңғы кезде оларды барлық жерде дерлік жартылай өткізгіштік аспаптармен алмастырды. Сонымен бірге, олар әлі де электрондық компоненттер нарығында сұранысқа ие, атап өткенде, қуатты генераторлар мен жиілігі жоғары және аса жоғары күшейткіш құрылғыларда, жоғары сапалы дыбыс жүйелерінде.

Электрондық шамның [20] жұмысының принципі электрондардың катодтан анодқа қарай өту есебінен тоқ жасауда (6.1-сурет).

Электрондық эмульсия қабатымен қапталған, молибден немесе никельден жасалған катод электрондардың көзі болып табылады. Катодты қыздырған кезде, ол электрондарды «буландырады», олар электр өрісінің әсерінен, егер анодқа катодқа қатысты оң кернеу (никельдан жасалған) берілсе, анодқа қарай бағытталады, бұл шам арқылы өтетін тоқты тудырады. Вакуумдық диод (кенотрон) осындай принциппен жасалған.

Егер анод пен катод арасына шиыршық түрінде тор орнатып, оған катодқа қарағанда төменірек кернеу берсе, онда электрондар ағынын



6.1-сурет. Электрондық шам-триодтың сызбалық көрінісі

басқаруға болады. Барлық электрвакуумдық аспаптар осы принциппен құрастырылған. Шамда бір емес, бірнеше тор (басқарушы, экрандаушы, фокустағыш) қолданылса, шам жоғары күшейткіш коэффициентті қамтамасыз етеді, шуылдағаны азайып, басқаруға тиімді болады.

Катод пен анодтан басқа жалпы саны үштен сегізге дейін жететін тор түріндегі электродтары бар шамдар ***триод*** (бір тор), ***пентод*** (екі тор мен катод және атод), ***гексод, гептод*** және ***октод.*** Екі және одан астам торлары бар шамдар ***көпэлектродты*** деп аталады**.** Егер шамда элекстрон ағындары тәуелсіз бірнеше электрод болса, онда оны аралас (қос диод, қос триод, триод-пентод, қос диод-пентод және т.б.) деп атайды.

Жұмыс жиілігіне байланысты электрондық шамдарды төмен, жоғары және аса жоғары жиілікті деп бөлінеді.

Соңғы кезде электрондық шамдарды өндіру кезінде олардың ерекше қасиеттері сақталады, сонымен бірге жаңа технологиялар мен материалдарды қолданғаннан бері олардың пайдалану сапасы да едәуір жоғарылады. Қазіргі шамдар төмен шу деңгейінде айтарлықтай көбірек күшейтумен қамтамасыз етеді, олардың жиілік диапазоны кеңейді, микрофондық әсерге азырақ ұшырайды, ПӘКі жоғары және тезірек қызады. Осылайша, жаңа жанама қыздыру шамдарында жылытқыш пен катод арасындағы электрлік оқшаулауға зиянын тигізбей, олардың арасында жақсартылған жылу берілісін қамтамасыз ететін «қараңғы жылытқыштар» кең қолданылады, сондай-ақ никель түтікшеге берілген қалыңдықтағы (0,01-ден 1 мм дейін) алдын ала дайындалған қабықшаның белсенді қабатын түсірудің жетілдірілген әдісі қолданылады.

Бұл технология төмен шу деңгейінде катодтар мен шамдардың сипаттамаларының жоғары ұқсастығын қамтамасыз етеді.

Шамдар бұрынғыдай ақырғы каскадтарда, соның ішінде транзисторлармен бірге портативті аппаратурада қолданылады. Мұндай шамдардың катодтары эмиссиялаушы құраммен қапталған вольфрам сымдар орналасқан қатты жиектемеден тұрады. Әрбір сымның диаметрі мен ұзындығы үлкен емес болғандықтан, олардың қызуы бірнеше секунд қана алады. Сондай-ақ, электрондық ағынды басқарудың жаңа әдістері, соның ішінде торлардың орнына өзектерді пайдалану қолданылады. Торларды жасау үшін қарапайым шамдардікіне қарағанда 5—10 есе жіңішке сымдар қолданылады. Тығыз оралған (1 мм ұзындыққа 20 орамға дейін) диаметрі шағын сымдардан жасалған торлардың басқарушы әрекеті үлкенірек болады. Одан басқа, тартылған жиектемелі тордың жоғары қаттылығы тор-катод арақашықтығын азайтып, шам жұмысының тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Шағын шамдардың өлшемдері транзисторлардың өлшемдерімен шамалас. Сәтті конструкциялардың бірі н у в и с т о р (6.2-сурет) деп аталады, оның ұзындығы 20 — 25 мм және диаметрі 11 мм. Нувистор төмендетілген анодты кернеуде (12—15 В дейін) жұмыс істейді, бұл оларды гибридті схемаларда транзисторлармен бірге қолдануға мүмкіндік береді.

«Схемотрон» шамдарының баллондарында бос орындар радиотехникалық құрылғылардың (мультидірілдеткіштер, триггерлер, күшейткіштер, логикалық элементтер және т.б.) стандартты түйіндерін құрайтын бөлшектермен толтырылған. Мысалы, екі триод, екі диод, жеті резистор мен үш конденсатордан тұратын триггердің түйіні тоғыз істікті цоколді баллонның ішіне толығымен орналаса алады. Сонымен бірге, электрондық шамдардың жартылай өткізгіш аспаптармен салыстырғандағы ең маңызды артықшылығы – вакуумдағы жұмыс сақталады, яғни ешқандай шу мен кедергілер болмайды.

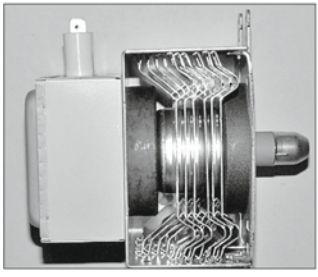
Электрондық шамдар тобында магнетрондар (6.3-сурет) мен қума толқын шамдар (ҚТШ) ерекше орын алады. Біріншілер микротолқынды салада, соның ішінді микротолқынды пештерде генераторлық шам ретінде қолданылады. ҚТШ серіктік байланыс жүйелерінде АЖЖ күшейткіштер ретінде қолданылады.

6.2-сурет. Нувистор

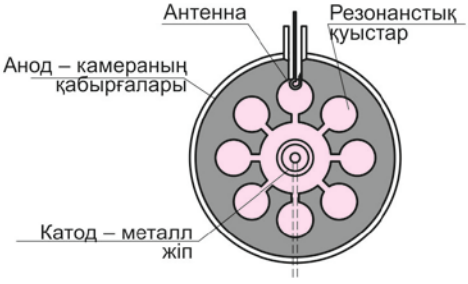
Магнетрондар бірліктерден ондық кВт дейін қуатта 30 Гц-тен 130 ГГц дейін АЖЖ-сигналдар тудырады. Магнетронның ішкі бөлігінің құрылысы 6.3, ***б*** суретте көрсетілген.

Магнетронда ортада орналасқан катодтың жан жағына симметриялы түрде орналасқан бірнеше көлемді резонаторлар қарастырылған. Аспапты мықты магниттің полюстерінің арасына орналастырады. Катодтан шығатын электрондар магниттік өрістің әсерінен шеңбер траекториямен, резонаторлардың ашық паздарының шеткі аймақтарын кесіп өтіп қозғалады. Олар өздерінің кинетикалық энергиясын беру арқылы резонаторларда тербелістер тудырады. Одан кейін электрондар катодқа қайтып келеді де, үдеріс қайта қайталанады. Өндірілген энергия антенна арқылы шығарылады.

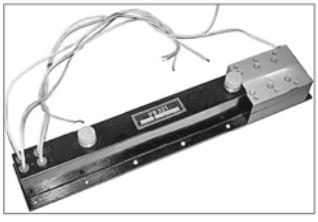
Қума толқын шамы электрмагниттік АЖЖ-тербелістерді күшейту үшін бір бағытта қозғалатын қума электрмагниттік толқындар мен элеткрондық ағынның ұзақ өзара әрекеттестігі қолданылатын электрвакуумдық аспап болып табылады.



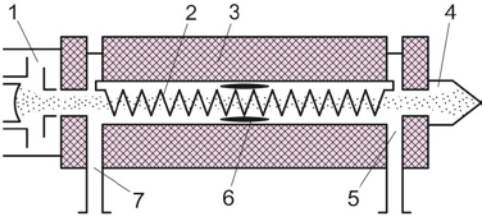
а



б



в



г

6.3-сурет. АЖЖ элеткрондық шамдар:

а — магнетрон; ***б*** — магнетрон құрылысы; ***в*** — қума толқын шамы; ***г*** — қума толқын шамының сызба көрінісі: ***1*** — электрондық зеңбірек; ***2*** — баяулатқыш жүйе; ***3*** — соленоидті типтегі фокустаушы жүйе; ***4*** — коллектор; ***5*** — энергияны шығару; ***6*** — АЖЖ тербелістер энергиясын сорғыш; ***7*** — энергияны кіргізу

ҚТШ негізгі міндеті — қабылдау мен жіберетін құрылғылардағы АЖЖ тербелістерді күшейту (300 МГц — 300 ГГц).

ҚТШ-ның негізгі бөліктері (6.3, г сурет):

- электрондық ағынды жасауға, тудыруға арналған электрондық зеңбірек;
- қума толқынның ось бойымен жылдамдығын электрондардың жылдамдығына жақын шамаға дейін түсіретін, бойлық диэлектрлік тіректермен қатты бекітілген металл шиыршық түріндегі баяулатқыш жүйе;
- өзінің магниттік өрісімен электрондық ағынды көлденең қиманын берілген шегінде сақтап отыратын, тұрақты магнит немесе соленоид түріндегі фокустаушы жүйы;
- электрондарды ұстауға орналған коллектор;
- электрмагниттік тербелістердің энергиясын кіргізу мен шығаруға арналған толқын арналары;
- өзін-өзі қоздырудың алдын алу үшін баяулатқыш жүйенің кішігірім аймағындағы АЖЖ-тербелістердің энергиясын сорушы.

6.2. ЭЛЕКТРОНДЫ-СӘУЛЕЛІК ТҮТІК

Электронды-сәулелік түтіктер (ЭСТ) – электрлік сигналдарды көрінетін бейнеге түрлендіруге арналған электрвакуумдық аспаптардың ерекше тобы.

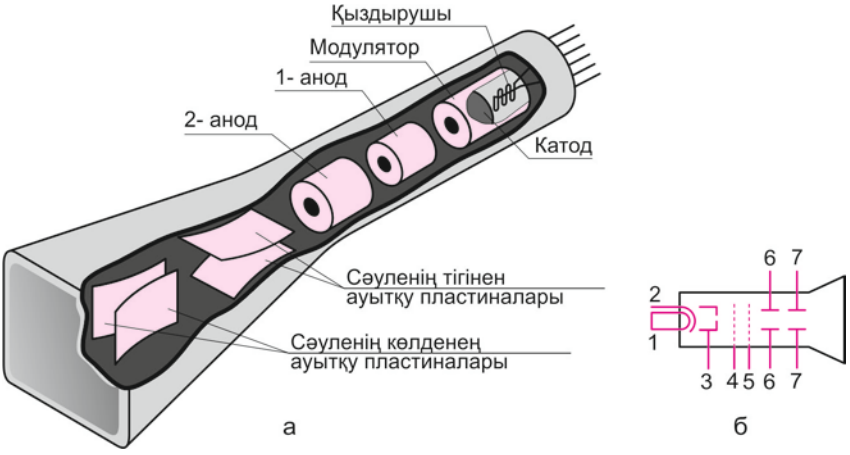
ЭСТ екі түрі болады:

- электрондық сәуленің электрмагниттік ауытқуымен (кинескоптар), оларды теледидарлық техника мен мониторларда динамикалық көрініс алуға қолданады;
- осциллографтық аспаптардағы электрлік сигналдарды тіркеу үшін арналған сәуленің электрстатикалық ауытқуымен.

Кинескоптар өздерінің функционалдық міндеттері бойынша түрлі түсті және ақ–қара кинескоп болып бөлінеді.

Электрстатикалық ауытқуы бар түтіктер тек бір түсті ғана болады, бұл жағдайда көріністің түсі люминофордың құрамымен анықталады.

6.4-суретте сәуленің электрстатикалық ауытқуы бар ЭСТ құрылысы көрсетілген. Электрондық сәуленің пайда болу принципі бойынша бұл ЭСТ ***3*** және ***4*** екі басқарушы торы бар тетродқа ұқсайды. ЭСТ барлық электродтары ортасында электрондардың өтуіне арналған шеңбер тетігі бар ше цилиндлер түрінде жасалған.



6.4-сурет. Сәулені электрстатикалық ауытқытатын ЭСТ құрылысы:
а — ЭСТ құрылысы; *б* —ЭСТ сызбалық көрінісі: *1* — қыздырушы; *2* — катод; *3* — модулятор; *4* — бірінші анод; *5* — екінші анод; *6* — тігінен ауытқу пластиналары; *7* — көлденең ауытқу пластиналары

Екінші анодтың ***5*** кинескоптың раструбын ішінен қоршайтын шұңғыма тәрізді металл құрылысы бар. Электронық шамның қарапайым анодына қарағанда, оның міндеті – люминофор түсірілген экранға қарай бара жатқан электрондарға үдеу беру, сондай-ақ электродтардан «соғып» шығарылған теріс иондар ағынын ұстау. Көрініс алу үшін экранның ішкі бөлігіне, соққанда жарықтың сәулеленуі пайда болатын люминофор түсіріледі. Люминофор – стронций алюминат қоспасынан жасалған түйіршектелген ұнтақ (түйіршіктің диаметрі экранның айыру қабілетін анықтайды). Жанатын люминофордың түсі де қоспаның құрамына байланысты (Zn, Cu және т.б.).

Электрстатикалық ауытқу болған жағдайда зерттелетін сигналдар тік ауытқытушы пластиналарға келеді, ал көлденең пластиналарға түсетін, ішкі генератордың ара тәрізді кернеуі жаймасын жасайды. Осылай, электрондық сәуленің экран бойынша қозғалысы байқалатын сигналдың өзгеру заңымен анықталады.

Кинескоптар мен қабылдаушы теледидарлық түтіктерде қолданылатын электрмагниттік ауытқу әдісінде орын алатын үдерістер күрделірек сипатқа ие.

Түрлі түсті кинескоптарда электрлік түрде жалғанған үш катод пен үш модулятор қолданылады. Модулятордың сыртында

электрондық сәулені магнитті статикалық тіркеу жүзеге асатын электрондық линзалар аймағы пайда болады. Модулятор тордың функцияларын атқарады. Модулятор мен катод арасындағы кернеуді (шындығында катодтағы кернеуді) өзгерту арқылы әрбір түстің ашықтығын жеке өзгертеді.
Кинескоптың жұмыс принципі техникалық әдебиетте толығымен ашылған.[2]

6.3. ГАЗБЕН ТОЛТЫРЫЛҒАН АСПАПТАР

Газбен толтырылған (иондық) аспаптар — бұл аспаптардың сипаттары мен параметрлеріне әсер ететін газбен толтырылған электрондық құрылғылар. Газдың қысымы атмосфералықтан төмен етіп орнатылады. Баллондарды толтыру үшін инертті газдар (неон, аргон және т.б.) немесе сынап булары қолданылады.

Газбен толтырылған аспаптар құрылысы бойынша электрондық шамдарға сәйкес келеді, бірақ баллондардың ішінде вакуумның орнында газ болады. Аспаптардың сипаттары қолданылатын газдың қасиеттерімен де, шам ішіндегі қысым деңгейімен де анықталады.

Бұл аспаптардың жұмыс принципі сауыт ішіндегі газдың үдетуші электр өрісінің әсерінен иондануына негізделеді. Газды иондайтын бөлшектер болып электрондар табылады. Егер электрондар катод пен анод арасындағы едәуір үлкен потенциалдар айырмашылығының әсерінен жылдамдаса, олар газ молекулаларынан электрондарды соғып шығып, өздерінен кейін оң зарядталған бөлшектерді – иондарды қалдырады. Жоғары потенциал кезінде иондану үдерісі өте тез тарайды, шамның тоқтан айырылу кезіндегі кедергісі кенет төмендейді. Иондануды ары қарай дамуы солғын қуатсыздануды пайда болуына әкеледі. Бұл эффект газразрядті аспаптарда газбен толтырылған құрылғылар түрінде қолданылады. Оларға г а з о т р о н (газбен толтырылған диод) және т и р а т р о н (газбен толтырылған триод) жатады.

Газотрон мен тиратронның жұмыс принципі келесіде. Электр өрісінің әсерінен катодтан шығатын электрондар анодқа қарай жылдамдайды, соның нәтижесінде газ көлемінде разряд пайда болады. Электрондар термоэмиссия нәтижесінде, тіпті, бөлме температурасында да шыға алады. Сондай-ақ, олар фотондар катодты «соққылағаннан» туатын фотоэлектрлік үдерістер нәтижесінде де пайда болуы мүмкін. Шығарылатын электрондар электр өрісінің әсерінен шамдағы газдың иондалып, одан кейін разрядталуына әкеледі. Мұндай диодтар – газотрондар төмен

вольтты тузету сызбаларында, соның ішінде тік бағыттағы үлкен тоқты қажет ететін, батареяны қуаттандыруға арналған құрылғыларда қолданылады.

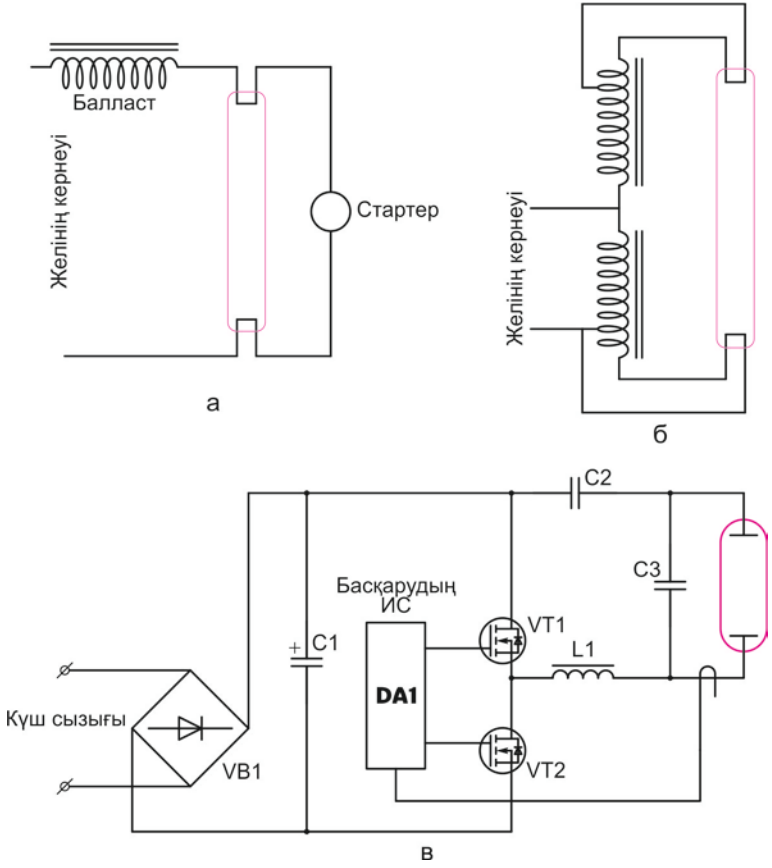
Тиратрондарда қолданылатын тор триодтың торынан анодты тоқ күшін өзгертпейтіндігімен және сипаттамаларына әсер етпейтіндігімен ерекшеленеді. Сауытта газдың болуына байланысты тордың көмегімен разрядты тек қосуға болады, бірақ оны сөндіру мүмкін емес. Тиратронды қосқаннан және онда электр разряды пайда болған кезден бастап тор өзінің басқарушы қасиетін жоғалтады. Бұл тордың теріс заряды оның әрекетін бейтараптандыратын оң иондар қабығымен қоршалуына байланысты. Тиратрондағы разрядты анодтық кернеуді түсіру арқылы тоқтатуға болады. Қазіргі тиратрондар мен олардың негізінде жасалған шамдар басқарушы импульстің төмен мәнінде жоғары тоқ қажет етілетін автоматика жүйесінде қолданылады.

Люминесцентті шам — бұл жарық ағыны негізінен сауыт ішіндегі электр разрядының ультрафиолетті сәулеленуінің әсерінен люминофорлардың жарқырауы бойынша анықталатын газбен толтырылған аспаптың бір түрі. Сәуле шығаратын зат – люминофор ретінде сульфид цинк (ZnS) негізінде жасалған қоспаларды немесе құрамы күрделі қоспаларды: стронций алюминатын, белсендірілген европийді (Eu), диспрозийді (Dy), иттрийді (Y) және диэлектрлік «қосылыстарды» (органикалық шайыр, стиро, акрил және т.б.) қолданылады. Люминофорға белсендіргіштерді қосу арқылы көк, жасыл, сары және қызыл түсті жарқырау алуға болады. Мұқият ағыздыру мен газсыздандырудан кейін шам аз ғана сынап мөлшерімен және инертті газбен қысым бірнеше жүз паскальға жеткенше толтырылады. Қарапайым люминисцентті шамдарда инертті газ ретінде аргон (Ar) қолданылады.

Люминисцентті шамды қосудың дәстүрлі сызбасы 6.5, ***а*** суретте көрсетілген. Бұл сызбада үлкен индуктивтілік кедергі көрсететін балласт және шамның электродтарын алдын ала қыздыруға арналған дроссель мен стартер қолданылады.

Шамды желіге қосқан кезде, алғашында разряд стартерде пайда болады да, шамның электродтары арқылы оларды қыздырып, лампаның қосылу кернеуін азайтатын кішігірім тоқ өтеді. Шамда разряд пайда болған кезде электродтар арасындағы кернеу азайып, стартер тізбегін өшіреді.

Дроссель түріндегі балласт тек органикалық тоқ үшін қолданылады. ПӘКті жақсарту үшін дроссельге параллель сыйымдылығы 5 мкФ жуық конденсатор қосады.



6.5-сурет. Люминисцентті шамдарды қосу сызбалары:
а — дәстүрлі; ***б*** — стартерсіз; ***в*** — электрондық

Шамдарды қосудың басқа да сызбалары болады.

1. Стартерсіз. Стартері бар сызбалардың кемшіліктері (электродтардың қызу уақыты, стартерді ауыстыру қажеттілігі және т.б.) басқа сызбаның пайда болуына әкелді, онда электродтарды қыздыру индуктивті кедергі де болатын, трансформатордың екінші реттік орамымен жасалады (6.5, ***б*** сурет***).*** Мұндай құрылыстың ерекше өзгешілігі оның желілік сымдарының балластқа қосылып, ал шамның электродына кернеу трансформатордың орамдарының бөлігінен әкелінуінде.

2. Электрондық (6.5, ***в*** сурет***).*** Бұл жағдайда шам ***VT1*** және ***VT2*** екі өрістік транзисторлар тудыратын импульстік кернеуден

қорек алады. Транзисторлар өз тарапынан ***DA1*** басқару микросхемасымен кезек-кезек іске қосылады. Бұл схемада катодтар қыздырылмайды.

«Суық» катодты люминисцентті шамдар ЖК-мониторлар мен теледидарларда көмескі жарық ретінде қолданылады. Шамның «жағылуы» арнайы схемамен – инвертормен жасалған іске қосу импульсінің берілуімен қамтамасыз етіледі. Импульстің амплитудасы 600-ден 1 000 В дейін жетуі мүмкін. Шамның жұмыс режимі жиілігі 35 — 40 кГц болатын 300 — 350 В айнымалы кернеумен қуатталады.

Люминисцентті шамдарға қарағанда, ***неон шамдардың*** доғалық разряды болмайды. Олар іске қосуды реттейтін аппаратураны қолдануды қажет етпейді.

Неон шам газбен, әдетте, неонмен толтырылған, ысытқыштары жоқ екі бірдей электродтары бар газбен толтырылған диод болып табылады. Шамдағы кернеудің құлауы шамға бастапқыдан сәл асатын кернеу беру арқылы қосқаннан кейін аса өзгермейді. Неон шамдардың мұндай ерекшелігі оларды айнымалы жүктеме тоғы бар схемаларда кернеуді тұрақты сақтауға қабілетті етіп, стабилизатор ретінде жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Шамды немесе қуат көзінің өзін зақымдай алатын тым үлкен тоқ өсімінің алдын алу үшін, шамды кернеу көзіне тізбектей резистор арқылы қосады.

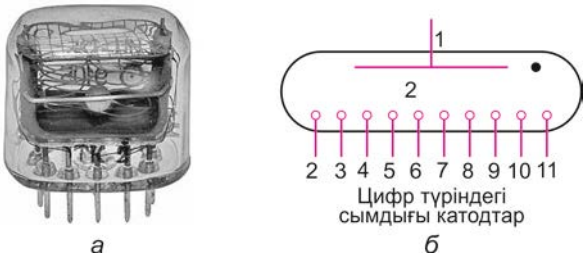
6.4. ГАЗБЕН ТОЛТЫРЫЛҒАН ИНДИКАТОР

Газбен толтырылған индикаторлар — газбен толтырылған баллондардағы электрондық люминесценция мен разрядты қолдану арқылы әріптік, таңбалық және сандық ақпаратты көрсетуге арналған аспаптар. Газбен толтырылған индикаторлар көрсету жолы бойынша белгілік, нүктелік және сызықтық болып бөлінеді.

Белгілік газразрядті индикаторлар — белгілерді цифр, әріп, математикалық таңбалар және т.б. түрде көрсетуге арналған, көп катодты солғын қуатсыздану аспаптары.

Нүктелік индикаторлар көріністерді жеке нүктелерден (пиксельдерден) құрайды.

Сызықтық индикаторлар аналогті немесе дискретті ақпаратты ұзындығы кернеудің немесе тоқтың өлшеміне пропорционал жанатын баған түрінде немесе орналасуы кіретін өлшемге байланысты жанатын нүктемен көрсетеді.



6.6-сурет. Қыздыру катоды бар катодты-люминесцентті белгілік индикатор
а — сыртқы түрі; *б* — сызба көрінісі

ной величиной. Құрылысы бойынша катодты-люминесцентті және тиратронды индикаторлар болады.

Катодты-люминесцентті белгілік индикаторлардың катодтары сәйкес белгілер түрінде – фигуралы катод – немесе осы белгілердің жеке элементтері – сегменттер түрінде жасалуы мүмкін. Бірінші жағдайда (6.6-сурет) катодтарды әдетте бірінен соң бірін (пакетпен), ал жіңішке металл тор түрінде жасалған анодтар (біреу немесе екеу) белгілерді бақылауға кедергі жасамайды. Егер анод пен катодтардың біреуінің арасына солғын разрядтың пайда болуына жеткілікті кернеу берілсе, онда осы катодқа сәйкес келетін белгінің жарқырауы көрінеді. Катодтар люминисцентті құраммен қапталады.

Нүктелік тиратрондық индикаторларда шыны пластиналардың ойықтарында бір-біріне перпендикуляр орналасқан, қадамы шамамен 1 мм 100-ге дейін сым катодтар мен анодтар болады. Анодты және катодты пластиналар бір-бірінен анод пен катод қиылысатын жерлерде саңылаулары бар диэлектрикпен ажыратылған. Тиратронның торы іске қосу кернеуін азайтады және разряд аймағының сыртында орналасқандықтан, бақылауға кедергі келтірмейді. Құрылғыны инертті газбен толтырып, герметизациялайды. Жеткілікті кернеу берілген кезде, анод пен катод арасында олардың қиылысу нүктелерінде жарық нүкте түрінде көрінетін солғын разряд пайда болады. Нүктелердің көп болуы (панельде 10 мыңға дейін) кез келген белгілерді, таңбаларды, графиктерді және т.б. көрсетуге мүмкіндік береді.

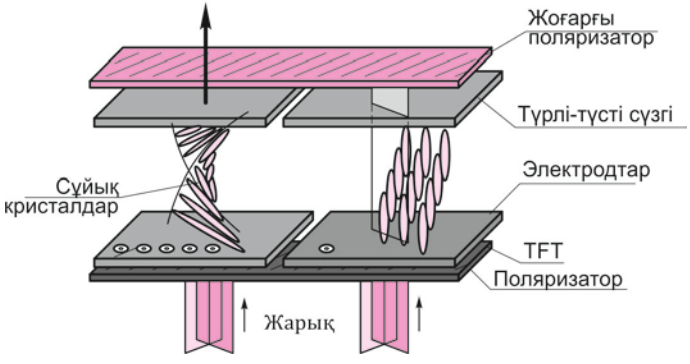
Сызықтық индикаторлар әрқайсысы жеке индикатор тиратрон болып табылатын, жеке жанатын бағандардың көмегімен таңбалар мен сандарды құрайды.

6.5. СҰЙЫҚ КРИСТАЛДЫ ЖӘНЕ ПЛАЗМАЛЫҚ ПАНЕЛЬДЕР

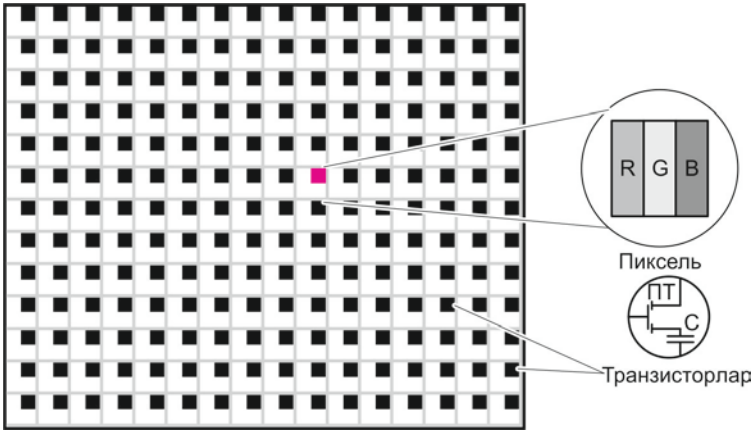
Сандық техниканың дамуы бейнеақпаратты көрсететін дизайны жетілдірілген, пайдалануға қолайлы, көрінісі сапалы әрі берік жаңа құрылғылардың пайда болуына әкелді. ЭСТ орнына сұйық кристалды индикаторлар (СКИ) мен плазмалық панельдердің негізінде жасалған «жазық» экрандар келді.

СКИ экраны пиксель деп аталатын шаршы сегменттер массивы болып табылады, олардың әрқайсысын жеке басқарып, өрнек секілді көрініс жинауға болады. Панельдің бірнеше қабаты болады. Олардың арасындағы ең маңыздысы - СКИ матрицасы. Екі шыны жазықтықтар арасына құрамында молекулардың сызықтық және циклдік кезектес топтары – бензол сақиналары бар, хош иісті қосылыстардан жасалған қоспа түріндегі сұйық кристалл «құйылады». Бұл «ұзын» молекулалар электрстатикалық және электрмагниттік өрістерге сезімтал болып келеді және өтетін жарықтың полярлығын басқара алады. Электрлік өріс пайда болған кезде, сұйық кристалдардың молекулалары жартылай өріс бойымен тік орналасып, жарықты еш кедергісіз өткізе бастайды, бірақ тек бір жазықтықта ғана – полярландыру жазықтығында (6.7-сурет).

Өткізудің таңдау әсерін күшейту үшін жарық сәулесін полярландыратын жазықтықты шыны панельдерге қарай бұру арқылы полярландырушы сүзгі қызметін атқаратын тағы екі қабат қосады. Бұл сүзгілер жарық шоғының



6.7-сурет. Сұйық кристалды панельдің жұмыс принципі



6.8-сурет. СК-матрицаның пиксельдерінің қалыптасуы

полярлану осі сұйық кристалдардың молекулаларының берілген бұрылу бұрышына сәйкес келетін компоненттерін ғана өткізеді. Өзгеше айтқанда, СКИ арқылы экранға сұйық кристалдың молекулаларының бұрылу бұрышын өзгерте отырып басқаруға болатын сүзгі саңылауынан өткен таңдаулы жарық қана жетеді. Сөйтіп, СК-панель жұмыс істеу үшін жарық көзі болу керек. Орналасу жеріне байланысты сұйық кристалды панельдер жарықты шағу не өткізу үшін жұмыс істейді. СК-мониторларда мен теледидарларда панель жарықты өткізу үшін жұмыс істейді, мұнда шамдар СКИ матрицасының жазықтығының артында орналасады. Қалта құрылғыларына арналған дисплейлер түсетін жарықты шағып қайтарады.

Әрбір пиксель, көріністің ең кіші элементі, сұйық кристалдары бар «қалта» болып табылады және қалғандарынан диэлектрлік қабырғалармен бөлінеді. Пиксель ПТ жұқа қабыршақты транзисторымен басқарылады (6.8-сурет). Транзистормен басқарылатын конденсатор қуаттандырылып, оның кернеуі сұйық кристалдың көлеміне беріледі. Молекулалар бұрылып, жарық полярландырушы фильтр арқылы өтіп, экранға түседі.

Жарық ағынын тудыратын жарықтандыру элементтері ретінде шашыратушы шынының шеттерінде орналасқан, суық катоды бар люминисцентті шамдар қолданылады. ЖСИ аса жұқа үлгілерінде жарық диодтарының мықты қатарлары қолданылады.

Түрлі түсті СК-дисплейлерде пиксельдер RGB үш негізгі түстерінің субпиксельдерінен тұрады. Бұл жағдайда өзінің жарығын ғана өткізетін үш түрлі түсті сүзгі қолданылады. Бірақ әрбір түсті субпиксель үшін жеке ұяшығы бар түрлі түсті матрица ең сапалы болып келеді. Мұндай матрицаларды тек үлкен көлемді экрандар үшін ғана қолданады. Панельдің өлшемі диагональ бойынша анықталады және дюймпен өлшенеді (1 дюйм = 25,4 мм). Әдетте СК-панельдердің көлемі 15 — 55 дюйм болады. Көлемді ары қарай үлкейтудің сапалы матрица дайындау қиындығымен байланысты технологиялық шектеулері болады. Осылайша, СК-панельдердің көлемін үлкейту басқарылмайтын пиксельдердің көп мөлшерде пайда болуына әкеледі. Матрицаның сапасы «соғылған» пиксельдер (басқарылмайтын ұяшықтар) санымен анықталады, олар не үнемі қосылып тұрады («жарқырайтын» нүктелер), не өшірулі («қараңғы» нүктелер). «Соғылған» пиксельдердің рұқсат етілетін саны, олардың шектік өлшемдері мен орналасуы стандарт талаптарымен шектеледі.

СК-панельдердің контрасты аса жоғары емес және 200 : 1 жетіп (экранның ең жарық бөлігінің жарықтығының ең қараңғыға қатынасы), ЭСТ және плазмалық панельдерден артта қалады, себебі СК-панельдер жарық шамдарынан келетін жарықты ұяшықтың өткізгіштігін түрлендіру арқылы тек пассивті түрде өзгертіп, жарық көзінің өзіне еш әсер етпейді.

Жеке пиксельдің көріністің өзгерісіне реакциясы матрица жауабының, жарық нүктеден қараңғы нүктеге дейін және кері қарай қайту уақытымен анықталады. Жұқа қабыршақты тез ауыстырылатын транзисторларға көшу мен, соның нәтижесінде, жауап беру уақытының үнемі азаюы (ЖСИ ең соңғы үлгілерінің ауыстыру уақыты шамамен 4 мс) тез қозғалыс кезіндегі нысандардың «бұлдырлануын» жоюға дейін әкелді. Жауап беру уақытының одан ары азаюы панельдерді дайындаудың технологиялық үдерістерімен және еңбек кажеттілігімен анықталады.

Қазіргі СКИ шолу бұрышы 120—140° құрайды және горизонталь мен вертикаль бағыттарда әр түрлі болады: горизонталь бойынша шолу бұрышы үлкенірек, ал вертикаль бойынша азырақ. Шолу бұрышын азайту контрасттың азаюына және көріниске бұрышпен қарағанда түсті жеткізудің өзгерісіне әкеледі.

СК-панельдегі пиксельдер саны әрқашан нақты белгілі. Сөйтіп, 1024 x 768 түстік ажырату параметрі горизонталь (1024) және вертикаль (768) орналасқан ұяшықтар санына сәйкес келеді. Бұл – түстік ажыратудың ең оңтайлы мәні. Түстік ажыратуды

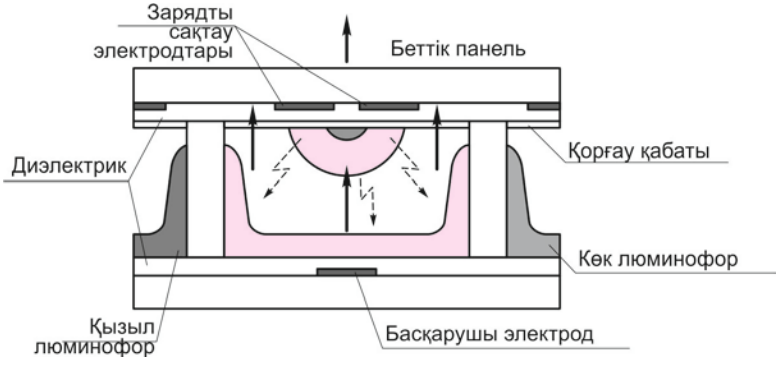
бағдарламалық көбейту не азайту көрініс сапасын тек нашарлатады. СКИ жұмыс мерзімі 75 мың сағатқа дейін жетеді. Бұл панельдің (қондырғыны ауыстыру) саналы мерзімінен артық және 20 жыл бойы пайдаланылады.

6.6. ПЛАЗМАЛЫҚ ПАНЕЛЬДЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ МЕН ЖҰМЫС ПРИНЦИПІ

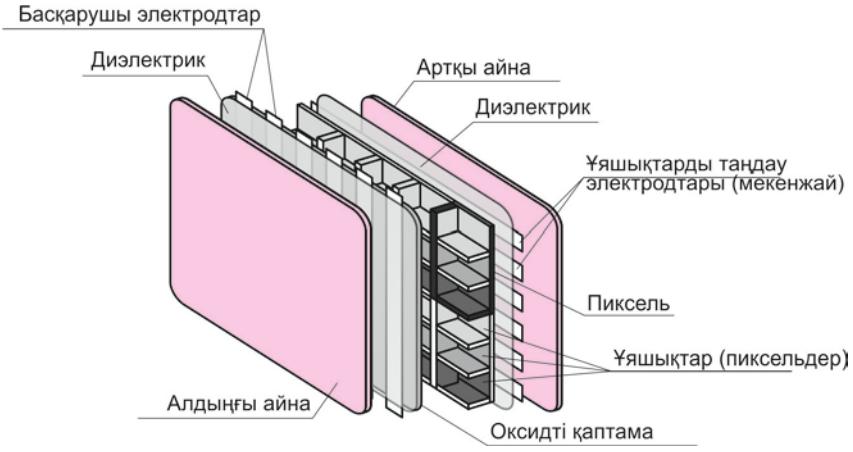
Плазмалық панельдерді үлкен экрандарда сапалы жоғары контрастты бейне көрсету үшін қолданады. Олар осыдан бұрын қарастырылған индикаторлардан асқан жарықтығымен және контрасттылығымен ерекшеленеді. 6.9-суретте плазмалық панель пикселінің құрылымы көрсетілген. СКИ сияқты плазмалық панельдерде де бейне өрнек көрініс принципі бойынша құрастырылады.

Ұяшықтың тереңдігі шамамен 3 мм, алдыңғы әйнекке екі қуаттандыру электроды қойылады, ал мәліметтер электродтары (басқарушы) төменгі әйнек қабырғада көру спектрі үшін түссіз, жіңішке өткізгіш жолақтар түрінде түсіріледі. Ұяшық қысымы төмен (шамамен 0,6 Па) инертті газбен (ксенон мен анон қоспасымен) толтырылады. Бұл көлемде плазмалық разряд үшін газ бірден ионданып, люминофорды қоздырып, жарқырататын ультрафиолетті сәулеленуді тудырады.

Плазмалық панель СК-панельден оның ұяшықтағы плазмалық разряды көрініс тудыратын фактор болуымен ерекшеленеді, ол белгілі бір уақытта (разрядтың «қауіпсіз» өмір уақытында)



6.9-сурет. Плазмалық панельдің ұяшығының құрылысы



6.10-сурет. Плазмалық панельдің құрылымы

сөндіру сұлбасымен өшіріледі де, ауа кеңістігі ионсызданып, ұяшықты келесі әрекетке дайындайды. 6.10-суретте плазмалық панельдің құрылымы көрсетілген. Панельдің алдыңғы бөлігі әйнекпен қапталған, оған үстінде көрінетін спектр үшін түссіз аллюминий жолақтар түріндегі қабыршақты элекродтар түсірілген диэлектрлік қабықша жапсырылады. Ішкі жағына үш түсті — RGB люминофор қабаттары түсірілген әрбір ұяқша марганец тотығынан жасалған қабықшамен қорғалады.

Плазмалық панельдердің параметрлері мен сипаттамаларының жарықтығы мен контрасттығы ЭСТ мен экран диагоналі 40 дюймнан астам СК-панельдермен салыстырғанда жоғары көрсеткіштерге ие. Бұл кезде олардың мәндері:

- экран жарықтығы —1 м^2 (кд/м^2) экранға 400 канделдан кем емес;
- экран өлшемдеріне байланысты көрініс контрасттылығы 500 : 1 мәнінен артық болады;
- шолу бұрышы 160° дейін жетеді(экранға 80° бұрышпен қарағанда сапалы көріністі көруге болады).

Бірақ, плазмалық экранның ажырату деңгейі СК-панельдер мен ЭСТ қарағанда аз және 1 920 х 1 080 сызықтан аспайды, бұл плазмалық панельдердің тек үлкен көлемді экрандарға ғана қолданылуын түсіндіреді. Плазмалық панельдердің жұмыс уақыты10 мың сағаттан аспайды және ұяшықтың плазма әрекетінен физикалық бұзылуымен анықталады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Электрвакуумдық аспаптардың қандай қасиеттері бар? Олардың заманауи техникадағы қажеттілігін не қамтамасыз етеді?
2. Электронды сәулелі түтікшелердің (түрлі түсті және ақ-қара кинескоптардың) құрылысын, құрамын және жұмыс принципін сипаттаңыз.
3. Газбен толтырылған индикаторлар қандай принциптерге негізделген? Оларды электронды техниканың қандай салаларында қолданады?
4. Сұйық кристалды индикаторлар қандай принциппен құрастырылған?
5. Плазмалық панельдер панельдердің өзге түрлерінен (экрандардан) немен ерекшеленеді?

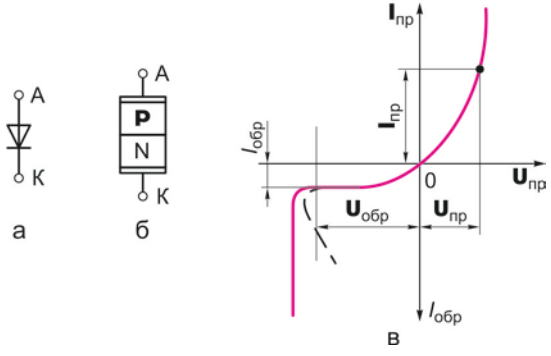
7-бөлім

ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ ҚҰРАЛДАР

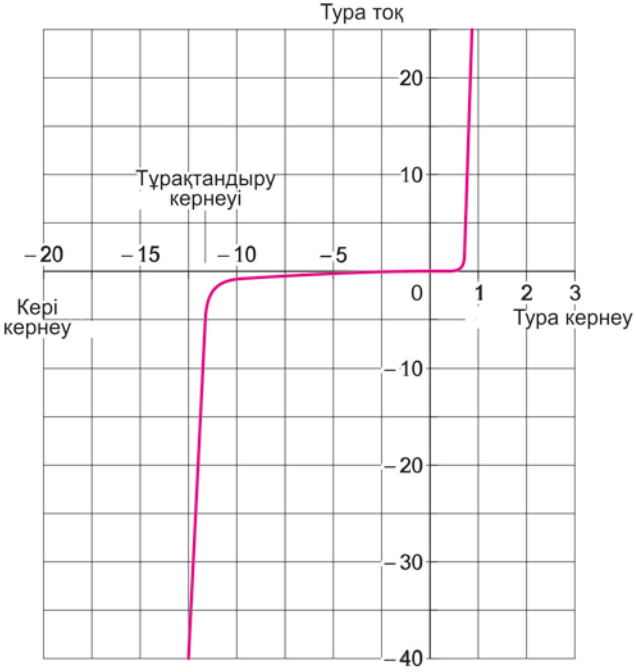
7.1. ТҮЗЕТКІШ ДИОДТАР

Егер л-типінің ***p- n*** жартылай өткізгіш материалын қосса, онда нәтижесінде жартылай өткізгіш аспап – диод пайда болады [4, 16]. Бұл радиоэлементтің ерекше қасиеті оның кедергісі тура бағытта ең аз мәнге (қысқа тұйықталудағыдай), ал кері бағытта қосқанда ең үлкен мәнге (бірнеше жүз мың Ом) ие болуында. Бұл қасиеті диод барлық тоқты тура бағытты өткізіп (ашық жағдайда), оның кері бағытта болмауын (жабық жағдайда) қамтамасыз ететінін көрсетеді. Диодтың шартты белгісі, оның құрылысы мен кіру сипаттамасы 7.1-суретте бейнеленген.

Диодтың дайындау кезінде оның қасиеттерін анықтайтын ***p***—n-өткелі пайда болады. Бұл аймақ өткелдің шекараларында шоғырланған зарядтардан бос болады. Егер анодқа катодқа қатысты оң кернеу берілетін болса (7.1, б сурет), онда диод ашық.



7.1-сурет. Диодтың шартты белгісі (а), құрылысы (б) және кіру сипаттамасы (в)



7.2-сурет. Стабилитронның вольт-амперлық сипаттамасы

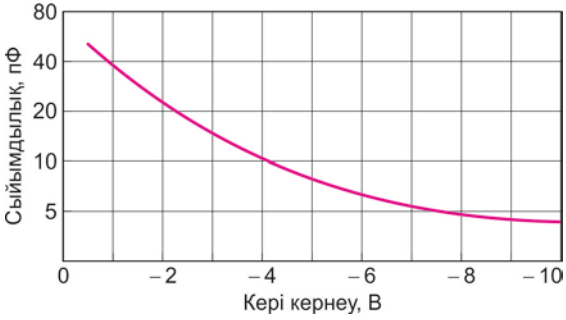
Егер катодтағы кернеу анодқа қатысты оң болса, диод жабық.

Радиоэлектрондық тәжірибеде диодтардың бес тобы ажыратылады — түзеткіш, сигналдық, Зенер диодтары (стабилитрондар), варикаптар, арнайы (Ганн диодтары, Шотка диодтары).

Түзеткіш диодтарды қорек блоктандарында, жүріп тұрған және айнымалы тоқ тізбектерінде қолданады. Түзеткіш диодтар тоғы 10 А дейін және кері кернеуі 1 500 В дейін тізбектерде жұмыс істей алады.

Сигналдық диодтарды күшейткіш құрылғыларда жылжыту, шектеу және тізбектің кернеулері қарама-қарсы бөліктерін ажырату тізбектері ретінде қолданады. Сигналдық диодтардың жұмыс істеу принципі сандық техникада логикалық элементтер мен жады ұяшықтарын жасау үшін қолданылады. Сигналдық диодтардың тура және кері тоқ пен кернеуден басқа ерекшелігі болып жиіліктердің жұмыс аймағы табылады.

Зенер диодтары — шағын кернеулер үшін стабилитрондар (7.2-сурет) — үшін негізгі параметр болып, мәні 1,5 бастап 200 В дейін жететін, тұрақтандыру кернеуі,



7.3-сурет. Варикап сыйымдылығының кернеуге тәуелділігі

сондай-ақ тұрақтандыру режимінде мүмкін, жүздеген миллиаметрден ондаған амперге дейін жететін ең үлкен тоқ табылады.

5-бөлімде қарастырылған варикаптар құрылысы бойынша өткел сыйымдылығының кері қосылған кездегі кернеуден тәуелділігін қолданатын диодтарға жатады. 7.3-суретте бұл сыйымдылықтың кернеуден тәуелділігі көрсетілген.

Диод сыртындағы түсті жолақ катодтың орналасуын көрсетеді, стабилитрондарда катод дәл осылай белгіленеді, бірақ сонымен бірге, стабилитрондардың сыртында тұрақтандыру кернеуі де көрсетіледі, мысалы: 9V1 тұрақтандыру кернеуі 9,1 В дегенді білдіреді. Варикаптың сыртында катодты түрлі түсті нүктемен немесе жарты корпусқа салынған, ерекшеленетін жолақпен белгілейді.

Арнайы диодтарға импульстік сызбаларға қолданылатын ***Шотка диодтары*** мен жоғары жиілікті генераторларға арналған ***Ганн диодтары*** жатады.

7.2. ЖАРЫҚДИОДТАР МЕН ЛАЗЕРЛЫҚ ДИОДТАР

Жарықдиод — жартылай өткізгіш аспап, электр тоғын тікелей жарық сәулесіне түрлендіретін диод түрі.

Жарықдиод төсеміндегі жартылай өткізгіш кристалдан, жанасқан сыртқа шығарылатын өткізгіштері бар корпустан және оптикалық жүйеден тұрады. Қуатты жарықдиодтың құрылысы 7.4-суретте сызба түрінде көрсетілген.

Сәулелену ***p*** — n-өткелі аймағындағы электрондар мен тесіктердің рекомбинациясы кезінде пайда болады.

Жартылай өткізгіш кристалдың жанасу қабатының жанындағы қабаттарды әр түрлі қоспалармен араластырады: бір жағынан акцепторлықтармен (р-тип), басқа жағын донорлықтармен (л-тип). Жарықдиод арқылы өтетін тоқ артқан сайын, бірлік уақытта рекомбинация аймағына көбірек электрондар мен тесіктер түсіп, сәулелену жарықтығын көбейтеді. Жарықдиод арқылы өтетін тоқ шектеулі болу керек, әйтпесе жарықдиод жарамсыз болып қалады. Жарықдиодтың сәулеленуінің түсі электрондар мен тесіктерді рекомбинациялайтын, тыйым салынған аймақтың еніне ғана, яғни жартылай өткізгіш пен оны қоспалайтын қосындылардың материалына тәуелді. Жарықдиодтың сәулеленуі «көк» болған сайын, кванттардың энергиясы жоғары болады, ал бұл тыйым салынған аймақтың ені де артады дегенді білдіреді.

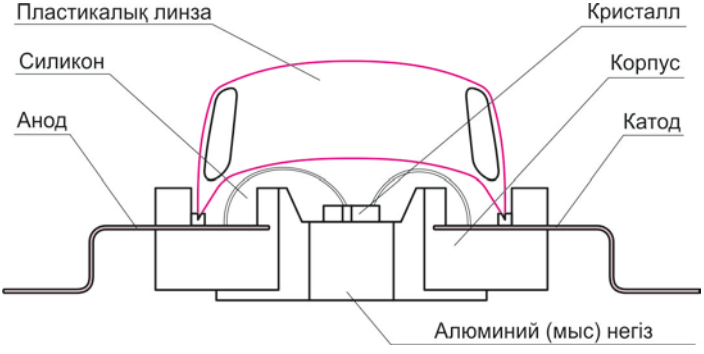
Жарықдиодтардан ақ сәуленің шығуына үш жолмен қол жеткізуге болады:

1) түстерді RGB технологиясы бойынша араластыру. Бір матрицада қызыл, көк және жасыл жарықдиодтар тығыз орналастырылады да, олардың сәулеленуі оптикалық жүйе, мысалы линза арқылы араластырылады. Нәтижесінде ақ сәуле пайда болады;

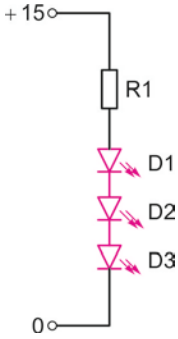
2) люминистцентті шамның жұмыс істеу принципі бойынша ультрафиолетті диапазонда жұмыс істейтін жарықдиодтың бетіне, сәйкесінше көк, жасыл және қызыл түсті сәуле тарататын, үш түсті люминофорлар қабатын түсіреді;

3) сәулеленуі аққа жақын қандай да бір түсті жартылай өткізгіш материалды қолдану.

Жарықдиод — төменвольтты аспап. Индикацияға қолданылатын қарапайым жарықдиод тоғы 50 мА дейін 2-ден 4 В дейін кернеуден қорек алады. Жарықтандыруға қолданылатын жарықдиодтар 12 В дейін кернеумен, бірнеше жүздеген миллиамперден 5 А дейін тоқпен қоректенеді.



7.4-сурет. Жарықдиодтың құрылысы

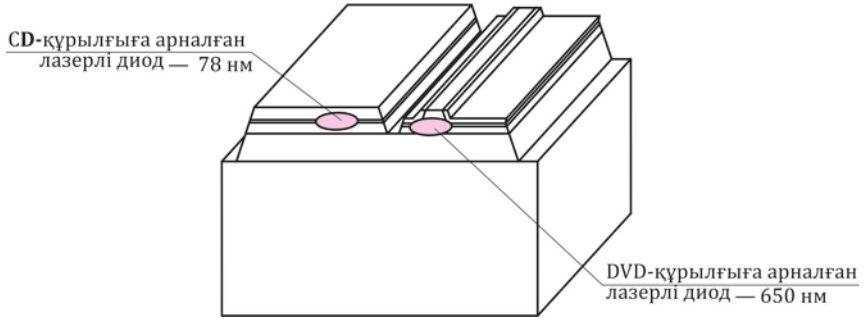


7.5-сурет. Жарықдиодтың шартты графикалық белгіленуі мен оны электр тізбегіне қосу жолы

Жарықдиодты тізбекке қосқан кезде (7.5–сурет) полярлықты сақтау қажет. Қарапайым жарықдиодтың тесіп өту кернеуі 5 В аспайды. Жарықдиодтың параметрлері мен сипаттамаларына жарық ағыны, жарықтың осьтік күші, бағытталу диаграммасы мен жарық шашуы (1 Вт электр қуатына келетін жарық ағынының мөлшері) жатады. Жарықдиодтар 4-тен 140° дейін денелік бұрышпен жарық шашады. Жарықдиодтардың жарықтығы ендік-импульс модуляция (ЕИМ) әдісі арқылы өте жақсы басқарылады, ол үшін арнайы басқарушы блок қолданылады. Бұл жағдайда жарықдиодқа жиілігі жүзден мың герцқа дейін жететін импульстік модуляцияланған тоқ беріледі. Жарықдиод механикалық жағынан берік және сенімді болып келеді, ал оның қызмет ету уақыты 100 мың сағатқа дейін жетеді.

Қазіргі белгілеу жүйесі екі және үш әріп пен үш цифр қолданады, мысалы АЛ316 немесе АЛС331. Бірінші әріп метариалды (галлий арсениді, алюминий, күшән), екінші (немесе екінші мен үшінші) құрылыстық орындалуын көрсетеді: Л — дара жарықдиод, ЛС — жарықдиодтар қатары немесе матрицасы. Келесі символдар жарықдиодтың анықтамалық сипаттамаға ие параметрлерінің кодын көрсетеді.

Жарықдиодтардың ерекше түріне ***лазерлық диодтар*** жатады, олар көрінетін не көрінбейтін (фотонды) сәулеленуді өте тар жиіліктер жолағында тудыруға арналған, жартылай өткізгіш



7.6-сурет. CD- және DVD-құрылғыға арналған қосарланған лазердің құрылысы

7.1-кесте. Лазерлық диодтардың кейбір қолданыс салаларына арналған

Параметрлер	Қондырғылар			
	CD	DVD	Blue-Ray	Талшықта оптикалық лазер
Сәулелену толқынының ұзындығы, нм	790	655	455	1 300—1 550
Лазердің жұмыс тоғы, мА	68	52	120	100
Жұмыс кернеуі, В	1,9	2,2	5	2
Тиімділік (қуат/ тоқ), мВ/мА	0,4	0,6	1,1	0,4

элементтер болып табылады. Мұндай сәулеленуді когерентті деп атайды.

Лазерлық диодтың жарықдиодпен салыстырғанда құрылысы бойынша екі ерекшелігі бар: 1) оның кіріктірме оптикалық резонаторы бар; 2) толтыру тоғының жарықдиодпен салыстырғанда едәуір жоғары мәндерінде жұмыс істейді, бұл тоқтың қандай да бір шектік мәнінен асқанда индукцияланған сәулелену режимін алуға мүмкіндік береді. Дәл осындай сәулелену өзінің жоғары когеренттілігімен сипатталады, соның арқасында лазерлық диодтардың сәулелену спектрінің ені өте кішкентай болады (1 — 2 нм).

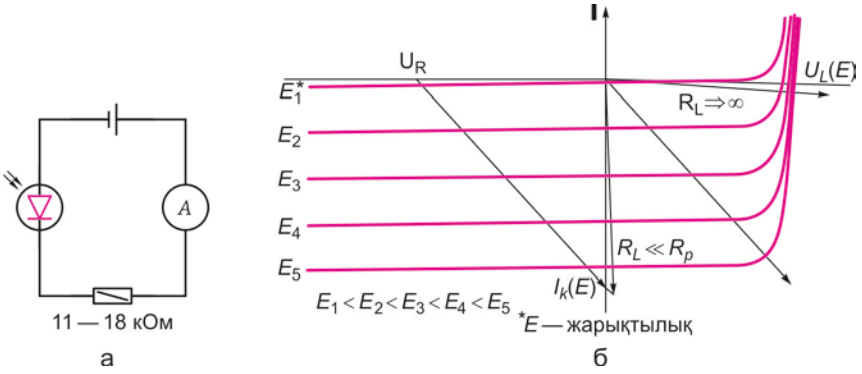
Лазерлық диодтар лазерлық дисктардағы ақпаратты оқуға арналған CD, DVD, Blue-Ray қондырғыларының құрамындағы сандық желі жүйелеріндегі сигналдарды оптикалық-талшықты кабель бойынша жіберетін генераторлар ретінде қолданылады. 7.6-суретте CD- және DVD-қондырғыларға арналған, бір кристалда жасалған лазердің құрылысы көрсетілген.

Лазерлық диодтардың кейбір қолданыс салаларына арналған параметрлері мен сипаттамалары 7.1-кестеде берілген.

CD (тура аудармасы — «компакт-диск»), DVD («сандық бейнеқұрылғы»), Blue-Ray («көк сәуле»).

7.3. ФОТОДИОДТАР

Фотодиодтарда өтетін үдерістер жарықдиодтармен салыстырғанда кері сипатқа ие. Фотодиодтағы негізгі физикалық құбылыс болып сәуленің түсу әрекетінен ***p*** — л-өткелі мен оған іргелес аймақтарда электрон-тесік жұптарының генерациялануы табылады.



7.7-сурет. Фотодиодты электр тізбегіне қосу әдісі (а) және оның жүктемелі сипаттағы вольт-амперлік сипаттамасы (б)

Осылайша, фотодиод сәуле түскенде ашылатын «кілттің» рөлін атқарады.

Фотодиодтарды әр түрлі жарық ағындарына (люмен) немесе әр түрлі жарықтандыруға (люкс) сәйкес келетін вольт-амперлік сипаттамалар (ВАС) тобымен сипаттаған ыңғайлы.

7.7-суретте көрсетілгендей, жарық ағыны күшейген кезде, фотодиод арқылы өтетін тоқ артады. ВАС-дағы түзу сызық жүктемелі сипаттама болып табылады және фотодиодтың тұрақты тоққа кедергісін анықтайды.

7.4. ТРАНЗИСТОРЛАРДЫҢ ТИПТЕРІ МЕН ТҮРЛЕРІ

Транзисторлар — бұл сигналдарды күшейтуге, сондай-ақ «қосылған-өшірілген» электр кілттері ретінде қолдануға арналған жартылай өткізгіш аспаптар.

Электронды шамдармен салыстырғанда, транзисторларда тоқты тудырған кезде тасымалдаушылардың екі түрі қолданылады: р-типінің «тесіктері» мен л-типінің электрондары. Транзисторлар ықшам және технологиялы, олардың параметрлерінің температураға тәуелділігі жоғары, «қараңғы» тоқтың деңгейі үлкен. Транзисторлар екі негізгі типке бөлінеді: биполярлық және өрістік.

Транзисторларды белгілеу жүйесі ОСТ 11336.919 — 81 салалық стандартымен орнатылған. Белгілеу жүйесінің негізіне әріптік-сандық код салынған:

- бірінші элемент (цифр немесе әріп) транзистор қандай бастапқы жартылай өткізгіш материал негізінде жасалғанын білдіреді;
- екінші элемент (әріп) транзистордың ішкі класын (немесе тобын) анықтайды;
- үшінші элемент (цифр) транзистордың негізгі функционалды мүмкіндіктерін көрсетеді;
- төртінші элемент (сан) транзистордың технологиялық типін жасаудың реттік нөмірін білдіреді;
- бесінші элемент (әріп) бір технология бойынша жасалған транзисторлардың параметрлер бойынша топтастырылуын анықтайды.

Бастапқы материалды белгілеу үшін келесі таңбалар қолданылады:

- Г, немесе 1, — германий және оның қоспалары;
- К, немесе 2, — кремний және оның қоспалары;
- А, немесе 3, — галлийдің қоспалары (галлий арсениді);
- И, немесе 4, — индий қоспалары.

Ішкі кластарды белгілеу үшін келесі әріптерді қолданады: Т — биполярлық транзисторлар мен П — өрістік транзисторлар.

Транзисторлардың сипатты пайдалану белгілерін цифрлармен белгілейді:

қуаты төмен транзисторлар (транзистормен сейілетін қуаттың ең үлкен мәні 0,3 Вт):

- 1 — тоқты өткізу коэффициентінің шекті жиілігі немесе максималды жұмыс жиілігі (одан кейін шекті жиілігі) 3 МГц кем;
- 2 — шекті жиілігі 3 — 30 МГц;
- 3 — шекті жиілігі 30 МГц астам;

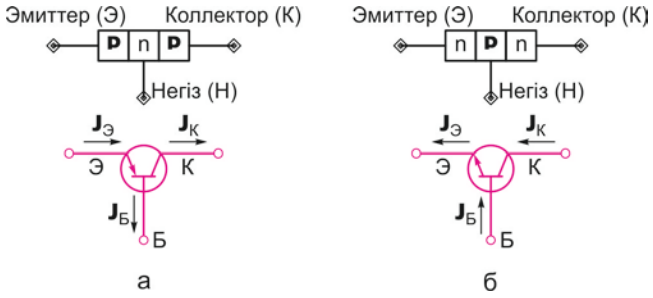
орташа қуатты транзисторлар (0,3—1,5 Вт):

- ***4*** — шекті жиілігі 3 МГц артық емес;
- 5 — шекті жиілігі 3 — 30 МГц;
- 6 — шекті жиілігі 30 МГц артық;

қуаты үлкен транзисторлар (1,5 Вт артық):

- 7 — шекті жиілігі 3 МГц артық емес;
- 8 — шекті жиілігі 3 — 30 МГц;
- 9 — шекті жиілігі 30 МГц артық.

Транзисторлардың ерекше түрлері болады:



7.8-сурет. ***p-n—p-*** (а) және n-p—n-типтегі (б) биполярлық транзисторлар

- оптожұптарда – автоматты басқару жүйелерінде қолданылатын фототранзисторлар;
- сандық және логикалық сұлбаларда қолдануға арналған көп электродты транзисторлар;
- микропроцесс жадысының микросхемаларын жасауға арналған, «құбылмалы» бекітпелері бар транзисторлар;
- қоректендіру блоктарында қолданылатын бірөтпелі транзисторлар және т.б.

Биполярлық транзистор деп екі өзара әрекеттесетін ***p*** — n-өткелдері бар жартылай өткізгіш аспап. Биполярлық транзисторларды аймақтардың кезектесуіне байланысты ***p*** — ***n*** — p- және ***n*** — ***p*** — n-типінің транзисторлары деп бөледі (7.8-сурет).

Биполярлық транзистордың жұмыс істеу принципі электр зарядтарының негізгі тасымалдаушыларын эмиттерлік аймақтан коллекторлыққа төмендегідей база бойынша ауыстыру кезінде болатын физикалық үдерістерді қолдануға негізделген:

$$I_э = I_б + I_к, \qquad (7.1)$$

мұндағы $\boldsymbol{1_э}$, $\boldsymbol{1_б}$, $\boldsymbol{1_к}$ — сәйкесінше эмиттер, база және коллектор тізбегіндегі тоқтар.

Транзистордың сапасын сипаттайтын маңызды параметрлер болып тоқты эмиттерден а коллекторына жіберудің дифференциалды коэффициенті мен тоқты базадан в коллекторына жіберудің дифференциалды коэффициенті табылады:

$$\alpha = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_э} \quad U_{кэ} = const \text{ болғанда}, \beta = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_\sigma} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \gg 1$$

Қазіргі транзисторларда а = 0,9 — 0,99 және в = 4— 10000.

Транзисторлардың негізгі параметрлері:

- ток бойынша күшею коэффициенті

$$К_I = \frac{\Delta I_{шығ}}{\Delta I_{кір}} \qquad (7.3)$$

- кернеу бойынша күшею коэффициенті

$$К_U = \frac{\Delta U_{шығ}}{\Delta U_{кір}} \qquad (7.4)$$

- қуат бойынша күшею коэффициенті

$$К_P = \frac{\Delta P_{шығ}}{\Delta P_{кір}} \qquad (7.5)$$

- кіру кедергісі

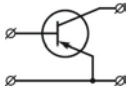
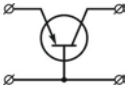
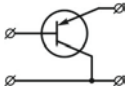
$$R_{кір} = \frac{\Delta U_{кір}}{\Delta I_{шығ}} \qquad (7.6)$$

- шығу кедергісі

$$R_{шығ} = \frac{\Delta U_{шығ}}{\Delta I_{шығ}} \qquad (7.7)$$

Транзисторларды сұлбаға қосудың үш тәсілі бар. Оны принципиалды сұлбаларды құрастыру мен оқу кезінде есепке алу маңызды. Транзисторлардың қосудың әр түрлі нұсқаларындағы параметрлері 7.2-кестеде берілген.

7.2-кесте. Биполярлық транзисторларды сұлбаға қосу тәсілдері

Параметр	Қосу тәсілі		
	Ортақ		
	эмиттер	база	коллектор
Қосу сұлбасы			
Кіру кедергісі $R_{кір}$	$\Delta U_б/\Delta I_б$ 200 — 2 000 Ом	$\Delta U_э/\Delta I_э$ 30—1 500 Ом	$\Delta U_б/\Delta I_б$ 0,2—1 МОм
Шығу кедергісі $R_{шығ}$	$\Delta U_к/\Delta I_к$ 10—100 кОм	$\Delta U_к/\Delta I_к$ 0,5 — 2 МОм	$\Delta U_э/\Delta I_э$ 50 — 500 Ом

Параметр	Қосу тәсілі		
	Ортақ		
	эмиттер	база	коллектор
Тоқ бойынша күшею	$\beta = \Delta I_к / \Delta I_б$ 20 — 200	$\alpha = \Delta I_к / \Delta I_э$ < 1	$\gamma = \Delta I_э / \Delta I_б$ 20 — 200
Кернеу бойынша күшею	> 100	>100 немесе > 1 000	~ 1
Қуат бойынша күшею	> 1 000	> 100	> 10
Кіріс пен шығыстағы кернеу	Қарама-қарсы фазада	Фазада	Фазада
Пайдалану	Әмбебап. Күшейткіш және фазоинвертор	Ең жоғары жиіліктерде. Жоғары омдық жүктемеге жұмыс істегенде	Төмен омдық жүктемеге немесе жоғары омдық генератордан жұмыс істегенде

Транзисторларды күшейткіш және генераторлық сұлбаларда қолданудың ерекшеліктерін анықтайтын сипаттамаларды кіру және шығу сипаттамалары деп бөледі.

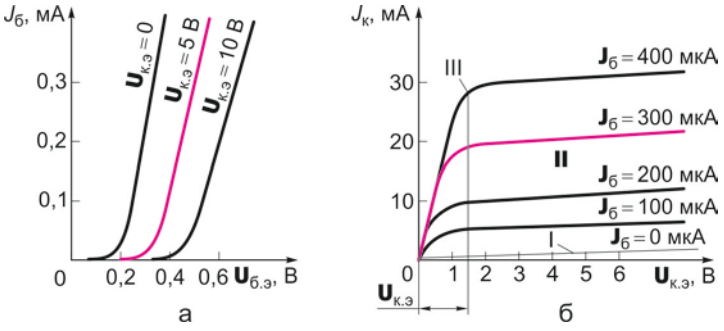
Кіру сипаттамалары тұрақты кернеу кезінде шығу электродындағы кіру тоғының кіру кернеуінен тәуелдігін көрсетеді.

Шығу сипаттамалары тұрақты кіру тоғы немесе кернеу кезінде шығу электродындағы шығу тоғының кернеуден тәуелдігін көрсетеді. 7.9-суретте ОЭ бар сұлбаға арналған статикалық сипаттамалар келтірілген.

Биполярлық транзисторларды күшейткіштерде, генераторларда, кілттік және логикалық схемаларда белсенді элементтер ретінде қолданады [4].

Өрістік транзистор деп екі электрод арасында тоқ өтетін өткізгіш арнасы бар электрондық аспап [26]. Бұл тоқты басқару үшінші электрод тудыратын электрлік өріс арқылы жүзеге асады. Заряд тасымалдаушылардың қозғалысы басталатын электрод ***кіріс***, ал олар бағытталған электрод ***шығыс*** деп аталады. Басқарушы электр өрісті тудыратын электрод ***қақпа*** деп аталады.

Өрістік транзисторлардың екі түрі ажыратылады: басқарушы ***p*** — л-өткелмен және басқарушы жекеленген қақпамен (МДЖ-транзисторлар).



7.9-сурет. Транзисторлардың кіру (а) және шығу (б) сипаттамалары

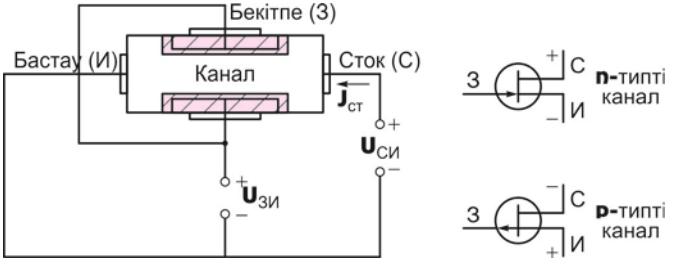
Электр өткізгіштік типі бойынша өрістік транзисторлар р- және л-типті арналармен болуы мүмкін (7.10-сурет).

Өрістік транзисторлардың статикалық кіру және шығу сипаттамалары 7.11-суретте көрсетілген.

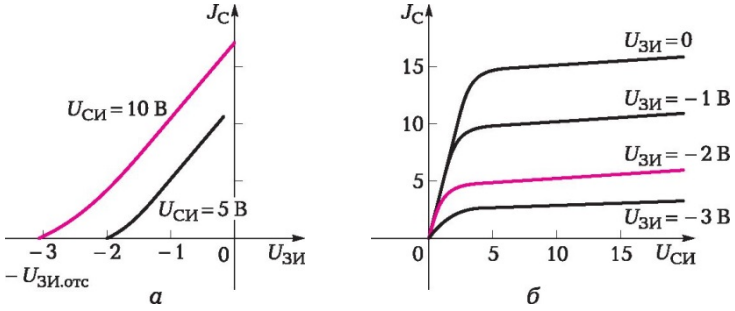
Өрістік транзисторларды биполярлық транзисторларға ұқсас белгілейді, бірақ Т әрпінің орнына П қолданылады, мысалы КП306А — қуаты төмен кремний өрістік транзистор, жиілігі жоғары, дайындау нөмірі 06, А тобы.

Өрістік транзисторларды қосу сұлбалары биполярлық транзисторларды қосу сұлбаларына ұқсас: ортақ қақпамен, ортақ кіріспен және ортақ шығыспен. Өрістік транзисторлардың кіру кедергісі жоғары болады, оларды басқару кернеумен қамтамасыз етіледі, ал тоқ бірдей зарядтардың, тесіктердің не электрондардың, ағынынан пайда болады.

Жеке қақпасы бар транзисторларда қақпа жартылай өткізгіштен диэлектрик қабатымен бөлінген, кремний аспаптарда диэлектрик ретінде әдетте кремнийдің қостотығы пайдаланылады.



7.10-сурет. Арнасы n- және p-типті өрістік транзисторлардың құрылысы

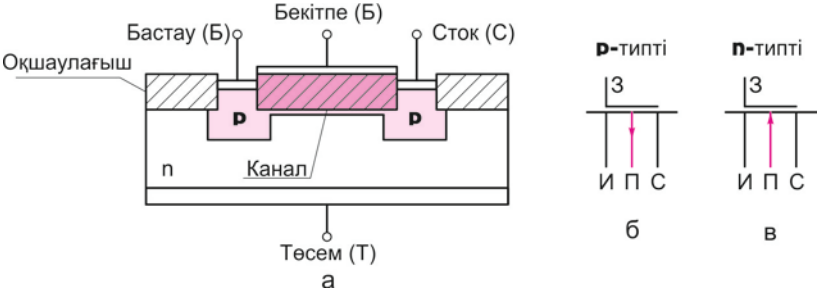


7.11-сурет. Өрістік транзисторлардың кіру (а) және шығу (б) сипаттамалары

Бұл транзисторларды МОЖ (металл – оксид – жартылай өткізгіш) және егер өзге диэлектрик қолданылса, МДЖ (металл — диэлектрик — жартылай өткізгіш) аббревиатураларымен белгілейді.

Орнатылған арналы МДЖ-транзисторларда, кедейлетілген тип транзисторларында, қақпаға басқарушы кернеуді берместен бұрын кіріс пен шығысты байланыстыратын өткізгіш арна болады. Индукциялы каналды транзисторларда (байытылған тип транзисторларында) мұндай арна болмайды. МДЖ-транзисторлар өте жоғары кіру кедергісімен сипатталады. Олармен жұмыс істеген кезде статикалық электрден ерекше қорғану шараларын сақтау керек. Орнатылған арнасы бар МДЖ-транзисторлар р-типті де, л-типті де болуы мүмкін (7.12-сурет).

Өрістік транзисторлар технологиясын сапалық жетілдіру оларды қорек көзінің сұлбаларында және түрлендіргіштерде қолдануға мүмкіндік берді. Өрістік транзисторлардың жоғары кіру кедергісі



7.12-сурет. Орнатылған арнасы бар МДЖ-транзисторлардың құрылысы (а) және олардың шартты белгіленуі (б, в)

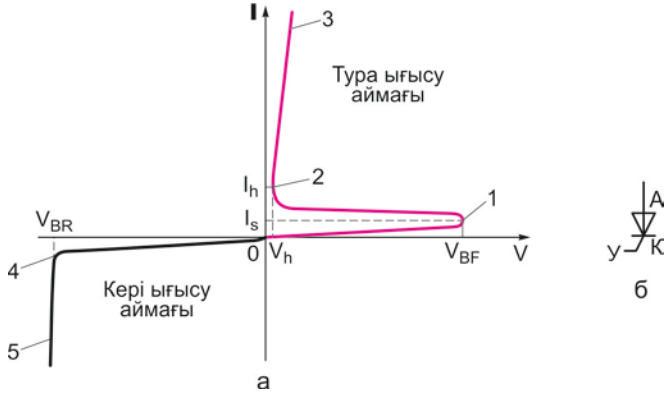
оларды алдын ала күшейту каскадтарында, сондай-ақ шумен тиімді күрес қажет жерлерде қолдануға жағдай жасайды. Өрістік транзисторлардың, әсіресе МОЖ типінің ауыстыру уақыты аз транзисторлардың қасиеттері микропроцессорлық және компьютерлік техникада жады ұяшықтарын, логикалық элементтерді, сандық техника элементтерін жасауда қолданысын тапты.

7.5. ТИРИСТОРЛАР

Тиристор — кілттік әрекет аспабы. Қосылған жағдайда ол тұйықталған «кілтке», ал өшірілген жағдайда ашық кілтке ұқсайды.

Транзистордың жұмыс принципі жеңілдетіп айтқанда келесіде. Егер электр тізбегіне басқарушы электродты қоспаса, онда тиристор диод секілді әрекет етеді, бұл кезде оның тура сипаттамасы стабилитронның кері сипаттамасына ұқсас.

Егер ***У*** басқарушы диодына (7.13-сурет) катодқа қатысты оң потенциал берілсе, онда тиристорды ашу үдерісімен ВАС иілген нүктелерде басқаруға болады. Тристор қосылып, ол арқылы (анодтан катодқа қарай) тоқ өте бастағаннан кейін, басқарушы электрод оған әсер етпейді (тиратрон принципі). Тиристорды басқарушы электрод



7.13-сурет. Тристордың вольт-амперлік сипаттамасы (а) және оның шартты белгіленуі (б):
1 — ашу шегі; *2* — шегеру тоғы; *3* — тиристордың жұмыс тоғы; *4* — тесіктің кері кернеуі; *5* — тесік тоғы; *А* — анод; *К* — катод; *У* — басқарушы электрод

арқылы өшіруге болмайды. Оны тек қоректендіруші желіні ашу немесе анодқа теріс кернеу беру арқылы ғана жасауға болады. Тристордың тағы бір ерекшелігі оның ВАС-ында тоқ едәуір артқанда, тиристордағы кернеу азаятын, кедергісі теріс аймақтың бар болуында. Тиристорды іске келтіруге жұмсалған қуат қорек көзіне қайтып келеді немесе жүктеме кезінде бөлінеді.

Тиристордың жұмысымен толығырақ [4] әдебиетте танысуға болады.

Басқарушы электроды жоқ, бірақ тек анод пен катод бар тиристорлар басқарылмайтын тиристорлар — ***динисторлар*** деп аталады**.**

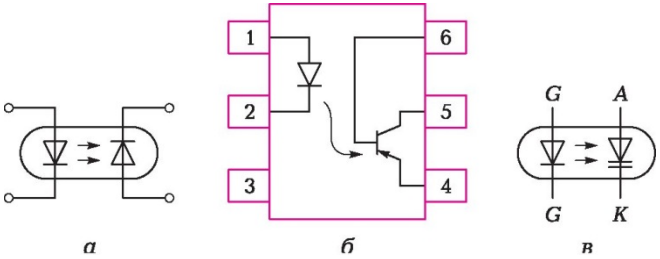
Егер жартылай өткізгіш қабаттар санын беске дейін көбейтсе, аспап ***симисторға*** (ағылшын тіліндегі терминология бойынша— «триак») айналады. Мұндай құрылыс жаңа қасиеттердің пайда болуына әкеледі. Симистор ашық жағдайда тоқты екі бағытта өткізеді. Бұл симметриялы аспап болғандықтан, онда катод болмайды, тек басқарушы электрод пен екі анод болады. Симистордың қасиеттері айнымалы тоқ қорегімен басқарылатын сұлбаларда тиімді қолданылады.

7.6. ОПТОЭЛЕКТРОНДЫҚ АСПАПТАР

Оптоэлектрондық аспаптар — бұл көрінетін, инфрақызыл және ультрафиолет аймақтардағы электрмагниттік сәулеленуге сезімтал тұйықталған жүйе, бұл аспаптар осындай сәулеленуді тудырғыш та, пайдаланушы да болып табылады.

Оптоэлектрондық аспаптардың бір түрі — оптронның бір корпусқа құрылымдық біріктірілген сәулелену көзі мен қабылдаушысы болады. Жарық көзі ретінде жарықдиодтар мен лазерлар, ал қабылдаушы ретінде фоторезисторлар, фотодиодтар, фототранзисторлар мен фототиристорлар қолданылады (7.14-сурет). Оптронның жұмыс істеу принципі электр тоғын жарыққа түрлендіріп, оны оптикалық арна бойынша жіберу мен кейін қайта электр сигналына түрлендіруде. Оптоэлектрондық аспаптардың негізгі артықшылықтары:

- жарық көздері мен қабылдаушыларының толық гальваникалық айырылуы;
- сәулелену қабылдаушысының оның көзіне әсер етпеуі (ақпарат ағынының бірбағыттылығы);
- оптикалық каналдардың электрмагниттік өріске қарсы тұра алуы (кедергіден жоғары деңгейде қорғалуы);



7.14-сурет. Оптоэлектрондық аспап түрлері: ***а*** — диодтық; ***б*** — транзисторлық; ***в*** — тиристорлық

Сандық ақпарат сигналдарын жіберу үшін негізінен диодтық және транзисторлық оптрондар, ал жоғары вольтты күшті тоқты тізбектердің оптикалық коммутациясы үшін тиристорлық оптрондар қолданылады. Тиристорлық және транзисторлық оптрондардың тез әрекет етуі 5 — 50 мкс диапазонындағы ауыстыру ұзақтығымен сипатталады.

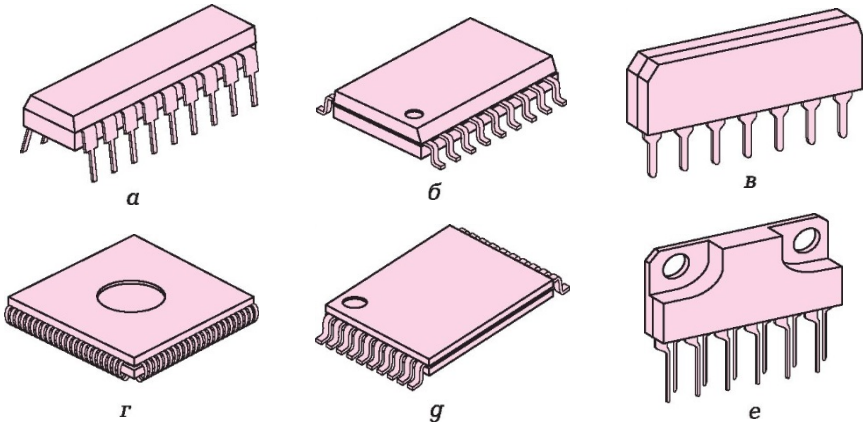
Оптронның қысқаша жұмыс принципі келесідей: сәуле шығарушы диод (7.14, а, б сурет) тура бағытта, фотодиод фотогенератор режимінде жұмыс істесе тура, ал егер фототүрлендіруші режимінде жұмыс істесе кері бағытта қосылу керек. Жарықдиодтан шашырайтын фотондар фотодиодтың ***p***—n-өткеліне түсіп, онда сыртқы тізбекте тоқ тудыратын бос зарядтарды индукциялайды.

7.7. ИНТЕГРАЛДЫҚ МИКРОСХЕМАЛАР

Интегралдық схема (ИС) —сигналдарды түрлендіру мен өңдеудің белгілі бір функциясын атқаратын және электрлік жалғанған жартылай өткізгіш элементтерінің – диодтардың, транзисторлардың, резисторлар мен қабыршақты конденсаторлардың – қапталу тығыздығы жоғары микроэлектрондық бұйым.

Микросхемаларды бір корпусқа жинақтайды және әдетте оларды бір кремний кристалында жасайды. Атқарымдық міндетіне байланысты интегралдық микросхемалар (ИМС) аналогтық және сандық болып бөлінеді.

А н а л о г т ы қ ИМС үзіліссіз функция заңы бойынша өзгеретін сигналдарды түрлендіру мен өңдеуге арналған.



7.15-сурет. Интегралдық схемалардың корпустарының негізгі түрлері:
а - DIP; ***б*** - SOIC; ***в*** - SIP; ***г*** - PLCC; ***д*** - TSOP; ***е*** - ZIP

Сандық ИМС дискретті функция заңы бойынша өзгеретін сигналдарды түрлендіру мен өңдеу үшін қолданылады. Оларды логикалық алгебра заңдарымен сипатталатын екілік кодты операциялар орындайтын логикалық микросхемаларда жиі қолданады.

Микросхемалар бұйымның электр схемасына орналасуы корпус типі бойынша анықталатын шықпалар арқылы қосылады (7.15-сурет):

- DIP — баспа платасының саңылауларына монтаждауға арналған микросхемасының, микроқұрастырымдар мен кейбір өзге электрондық компоненттер корпусының түрі. Ұзын жақтары бойынша екі қатар шықпалары бар тікбұрышты пішінді. Пластиктан (PDIP) немесе керамикадан (CDIP) жасалынуы мүмкін. Әдетте белгіленуінде шықпалар саны да көрсетіледі;
- S OIC — беттік монтаждауға арналған микросхемалар корпусы, баспа платасында DIP корпусындағы микросхемаға қарағанда 30—50% кем орын алады, сондай-ақ DIP корпусына қарағанда қалыңдығы 50—70 % кем. Әдетте белгіленуінде SOIC шықпалар саны да көрсетіледі;
- S IP —ұзын жағы бойынша бір қатар шықпалары бар, баспа платасының саңылауына тігінен монтаждауға арналған тегіс корпус. Бұл микросхемалардың корпустағы белгіленуінде шықпалар саны көрсетіледі;

- P LCC — арнайы панельге (жиі «төсекше» деп аталатын) орналастыруға арналған, шеттерінде түйіспелер орналасқан шаршы корпус;
- T SOP — жұқа шағын корпус. Флеш-жады мен жедел жадтау құрылғыларының (ЖЖҚ) микросхемаларына қолданылады;
- ZIP — зигзаг тәрізді орналасқан қадауышты шықпалары бар, баспа платасының саңылауына тігінен монтаждауға арналған тегіс корпус.

Жартылай өткізгіш микросхемада барлық элементтер мен элементаралық байланыстар жартылай өткізгіштің көлемінде не бетінде жасалған. Бұл – интегралдық сұлбалардың ең кең таралған түрі.

Егер бір төсемде жасалған не компаундпен құйылған микросхема кристалдары мен аспалы радиокомпоненттері болса, интегралдық сұлбаны гибридті деп атайды.

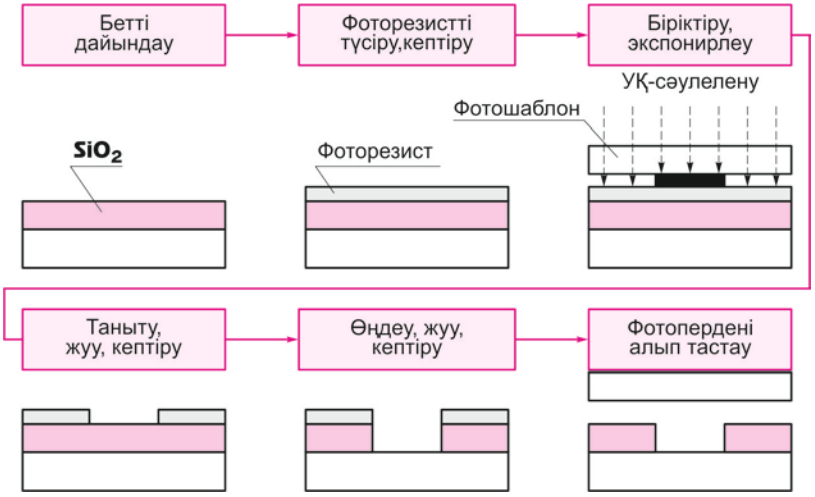
Қабыршақты ИС жеке элементтер мен элементаралық байланыстар диэлектрдің бетінде (әдетте керамика не иілгіш пластикті қолданады) жұқа және қалың қабыршақтар түрінде жасалады. Бұл кезде түрлі материалдардан қабыршақты түсіру кезінде сәйкес технологиялар қолданылады.

ИМС интеграция деңгейі бойынша қарапайым микросхемалар (кристалда 1 000 элементке дейін), үлкен интегралдық сұлбалар – ҮИС (1 000нан 10 000 дейін элементтер) және аса үлкен интегралдық сұлбалар – АҮИС (кристалда 1 млн астам элементтер) болып бөлінеді.

Барлық дерлік жартыла өткізгіш микросхемаларды планарлық технология бойынша жасайды. Бұл технология бойынша элементтерді жартылай өткізгіш материалдың — кремний, галлий арсениді, германий — пластина қабатына жартылай өткізгіш қоспаларды негізгі жартылай өткізгіштің денесіне қызумен диффузиялау әдісі арқылы құрастырады. Түйіспелі аймақтардың, өткізгіштердің, схема элементтерінің геометриялық өлшемдерін қалыптастыру үшін фотолитография әдісін қолданады.

Микросхема элементтерін фотолитография әдісі арқылы құрастыру циклі 7.16-суретте көрсетілген.

Бетін дайындау кезінде ультрадыбысты тазалау, жуу мен тотықтыруды жүргізеді. Фоторезист шашырату әдісімен түсіріліп, центрифуга бойынша түзеледі. Кептірілген фоторезист қабатына кезекті жартылай өткізгіш қабаттың ультрафиолетте түссіз көрінетін саңылаулар түріндегі фотошаблонды түсіреді.



7.16-сурет. Жартылай өткізгіш қабаттың планарлық технологияда құрастыру циклі

Ультрафиолет сәулемен жарық беру (экспонирлеу) жүргізіледі, фоторезист жарық береді де, ерітіндіде сілті пайда болған жағдайда фоторезисттің жарқыраған бөліктерін алып тастайды (оң фоторезист). Фоторезист саңылауында тотықтың қорғаушы қабатын кетіргенде, жартылай өткізгіш пластина «жалаңаштанады». Кремний пластинасын диффузиялық пешке салады (1 000— 1 200 °С температурадағы) және 30 минуттан бірнеше сағатқа дейін ұстайды. Бұл кезде пластина нейтрал газ (азот) бен қоспалауыш қосындылардың (фосфор, бор, индий және т.б.). газ тәрізді қоспасына толады. Температуралық өңдеудің нәтижесінде төсемге және ***p*** — л-өткеліне қарама-қарсы өткізгіштік «қалтасы» пайда болады. Диффузия кезінде өңдеуді қажет етпейтін жерлердің қорғаушы қабатын құрастыру үшін кремний пластинасының фотолитографиясы SiO_2 кремний оксидін қолдану арқылы екі рет жүргізіледі.

Диаметрі 100-ден 200 мм дейін пластинада микросхемаларды топтық дайындау әдісі кезінде бірнеше жүз бірдей микросхемалар жасалады. Тестілеу кезеңінде жарамсыз кристалдарды скрайберлеу (жеке кристалдарға сындыру) операциясынан кейін алып тастайды. Термокомпрессия операциясын жасаған кезде, құрастырылған элементтердің түйіспелі аймақтарына соңы микросхема корпусының шықпаларына қосылған алтын сым ерітіліп жабыстырылады.

Соңғы операцияда микросхема кристалы пластмассадан жасалған корпусқа «пісіріледі».

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Жартылай өткізгіш аспаптардың жұмысы қандай принципке негізделген?
2. Қандай аспаптарды диодтарға жатқыза аласыз? Оларға қысқаша сипаттама беріңіз және оларды қолдану салаларын көрсетіңіз.
3. Транзисторлар диодтардан немен ерекшеленеді? Бұл транзисторлардың қасиеттері мен олардың сипаттамаларына қандай әсер тигізеді?
4. Транзисторларды электр тізбегіне қосу әдістерін сипаттаңыз. Әрбір әдістің артықшылықтары мен кемшіліктері неде?
5. Өрістік транзисторлардың құрылыс ерекшеліктері мен қолданысын атаңыз.
6. Микросхемаларды дайындау технологиясын түсіндіріңіз.

8 – б ө л і м

ЭЛЕКТРОНДЫҚ СҰЛБАЛАРДЫҢ ЭЛЕКТРМЕХАНИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІ

8.1. РЕЛЕЛІК ҚОНДЫРҒЫЛАР

Электрлік реле [5] берілген басқару тоқ өзгерісі кезіндегі электр тізбегінің коммутациясы мен шығыс мәндерін секірмелі өзгерту үшін арналған. Реле бақылау мен автоматика сұлбаларында кең қолданылады, олардың көмегімен кіріс сигналдарының қуаты төмен болғанда шығыстағы үлкен қуатты басқаруға, логикалық операцияларды іске асыруға, электр тізбектерінің коммутациясын жасауға, бақыланатын параметрдің ауытқуларын бекітуге және т.б. болады.

Реле үш функционалды элементтерден тұрады: қабылдаушы, аралық және атқарушы.

Қ а б ы л д а у ш ы (бастапқы) э л е м е н т — электр тоғының энергиясын біліктің механикалық жылжуына түрлендіреді.

А р а л ы қ э л е м е н т — магниттік өрістің күшін серіппенің керілу күшімен салыстырады.

А т қ а р у ш ы э л е м е н т — электр түйіспелерінің механикалық тұйықталу-ажыратылуын қамтамасыз етеді.

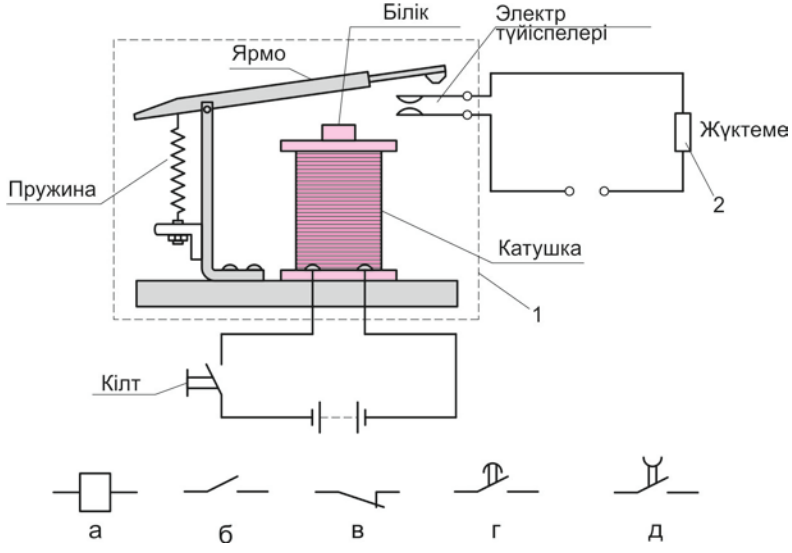
Тоқ электрмагниттік катушканың (8.1-сурет) орамалары бойынша өткен кезде темір білік магниттеліп, жарманы өзіне тартады. Магниттік тарту күші серіппенің керілу күшінен асады. Атқарушы механизм жүзеге асып, электрлік түйіспелі топ тоқты жүктеме арқылы өшіріп немесе қосып, өзге жағдайға өтеді.

Электрмагниттік релені тұрақты және айнымалы тоқ релесі деп бөледі. Айнымалы тоқ релесінде гистерезис (біліктің қайта магниттелуі) пен құйынды тоққа кететін шығындарды азайту үшін білік пен зәкірді электртехникалық болат табақтарынан жасайды. Тұрақты тоқ релесінің катушкалары қарапайым соленоид болып табылады. Орамалар саны катушканың есептік тоғы мен қажетті магниттік өріс өлшемімен анықталады. Айнымалы тоқ релесінің катушкасын оның айнымалы тоқтағы кедергісінің шамасы едәуір реактивті құрамдасын ескере отырып есептейді.

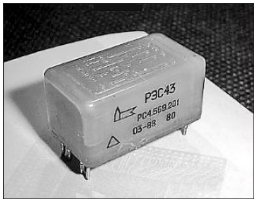
Осының нәтижесінде, тұрақты және айнымалы тоқ тізбектеріндегі реле катушкаларының омдық кедергілері мен орамдар саны әр түрлі болады. Бұл айнымалы тоққа арналған релені тұрақты тоққа қолдануға мүмкіндік бермейді, өйткені айнымалы тоқ орамының кедергісі төменірек болып келеді, бұл катушканың шамадан тыс қызып, бұзылуына әкеледі. Айнымалы тоқ релесінің катушкасының кедергісі 14 кОм, ал тұрақты тоқтікі 54 кОм болып табылады.

Электрмагниттік релелердің негізгі параметрлеріне жатады:

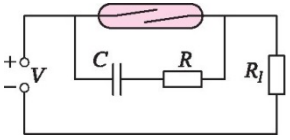
- реле жұмысының әсер ету шамасы — реле қосылғандағы тоқтың, кернеудің, жарықтың және өзге шамалардың мәндері. Реленің іске қосылу шамасы тағайын шама деп аталады;
- реленің іске қосылу қуаты — қабылдаушы элементті тыныштық жағдайынан жұмыс жағдайына ауыстыру үшін қажет ең төмен қуат;
- басқарылатын қуат — ауыстыру үдерісі кезінде реленің басқаратын жүктеме қуаты.



8.1-сурет. Электрмагниттік реленің құрылысы мен реленің электр сызбаларында шартты белгіленуі:
а — реле катушкасы; *б* — жақсы ажыратылған түйіспелер; *в* — ажырату түйіспесі; г, *д* — баяулатумен ажырату түйіспесі



а



б

8.2-сурет. Геркондық реленің сыртқы түрі (а)мен оны қосу сызбасы(б)

Басқару қуаты бойынша төмен қуат(25 Вт дейін), орташа қуат (100 Вт дейін) және жоғары қуат (100 Вт артық) релесі деп бөлінеді;

- реленің іске қосылу периоды — кіріске сигнал берілгеннен бастап оның басқарылатын тізбекке әсер ете бастауының арасындағы уақыт аралығы. Іске қосылу периоды бойынша қалыпты, тез әсер ететін және уақыт релелері деп ажыратылады. Қалыпты реле үшін іске қосылу периоды 50... 150 мс, ал тез әсер ететін реле үшін — 1 мс;
- реленің қайту периоды — кернеуді түсіргеннен оның толық өшуіне дейінгі уақыт аралығы;
- реленің шегеру периоды — реле іске қосылғаннан кейінге оның белгіленген жағдайының уақыт аралығы.

8.1-суретте реленің және оның түйіспелерінің әр түрлі электрондық құрылғылардың принциптік сұлбаларындағы шартты белгілері көрсетілген.

Реленің ерекше түріне ***геркондық реле*** жатады (8.2-сурет). Ең қарапайым, тұйықталған түйіспелері бар геркондық реле инертті газбен, азотпен немесе азот пен сутектің қосындысымен толтырылған, шыны бітеу баллонда орналасқан, магнит өткізгіштігі жоғары (пермаллойдан жасалған) екі түйіспелі біліктерден тұрады. Баллон ішіндегі қысым вакуумға жуық (0,4 — 0,6) $\cdot 10^3$ Па болып табылады.

Шыны баллонды тұрақты тоқпен қуаттандырылатын басқару орамасының ішіне орнатады. Барлық құрылыс пластмасс корпусқа орналастырылады. Орамаға тоқ берілген кезде біліктердің серіппелі түйіспелерінің серпімділігін жеңіп, оларды өзара байланыстыра алатын электрмагниттік күшті тудыратын магниттік өріс пайда болады. Электрмагнит орамындағы тоқты өшірген кезде ұстап тұратын күш жоғалып, серпімділік күшінің әсерінен түйіспелер ажырайды. Электрмагниттің орнына магнитті қолдануға болады. Геркондар негізінде батырмалар, тумблерлер, ауыстырып қосқыштар, рұқсатсыз кіруден қорғауға арналған корпустың автоматты түрде жабылуын тіркеу құралдары жасалады.

8.2. РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАДАҒЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАР

РЭА-да атқарушы электрмагниттік қондырғылар ретінде тұрақты және айнымалы тоқ қозғалтқыштары кең қолданылады [6].

Тұрақты тоқ қозғалтқыштарына жатады:

- щеткалы-коллекторлық тоқ ауыстырып қосқыштары бар коллекторлық қозғалтқыштар;
- тоқ бағытын электронды ауыстыратын коллекторсыз қозғалтқыштар.

Айнымалы тоқ қозғалтқыштарына синхронды және асинхронды машиналар жатады.

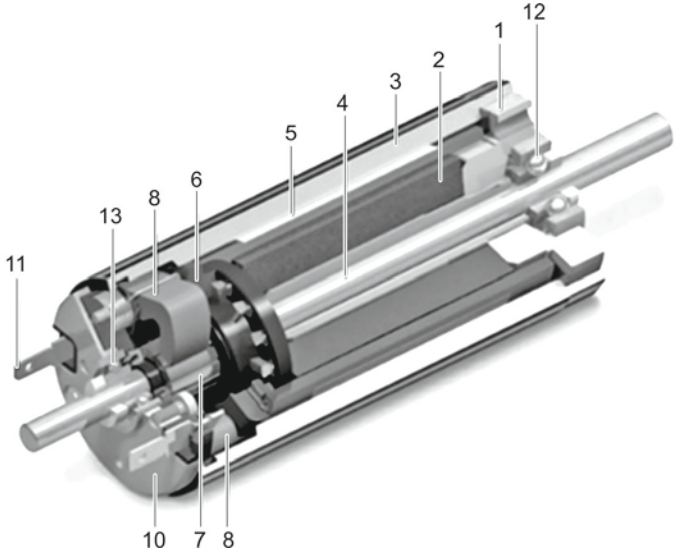
Коллекторлық қозғалтқыштарды лазер бастиегінің жылжуын бақылайтын жүйелерде дискті айналдыруға, тегершіктердің механикалық қозғалысына және т.б. арналған айналдырғы мотор ретінде қолданады.

Коллекторлық қозғалтқыштың құрылысы 8.3-суретте көрсетілген.

Графиттен немесе асыл металдардан (күміс, алтын) жасалған щеткаларға тұрақты кернеу әкелінеді. Графит щеткаларды үлкен жүктемелер кезінде қолданады, бірақ олар тез тозады. Щеткаларды асыл металдардан жасау қозғалтқыш үзіліссіз жұмыс істеген кезде тиімді, бұл кезде жұмыс дыбыссыз болып, үйкеліс азаяды.

Коллекторлық қозғалтқыштардың бір түрі болып табылатын ***қадамдық қозғалтқыштарда*** ротор жағдайларының түпкі саны болады. Ротордың берілген жағдайы сәйкес орамдарға қорек кернеуін беру арқылы тіркеледі. Қарапайым қадамдық қозғалтқыш пен сервоқозғалтқыш болып ажыратылады. Сервоқозғалтқыш дұмыс істеу принципі бойынша қарапайым қадамдық қозғалтқыштан аса өзгешеленбейді, бірақ оларда жұмыс нақтылығы мен жылдамдықты автоматты түрде реттеу үшін кіріктірілген датчиктермен (Холл датчиктерімен) кері байланыс болады. Статордың дөңес жерлерінде (8.4-сурет) басқарудың арнайы контроллерінен тоқ берілетін орамдар болады. Ротор магнитті материалдардан жасалғандықтан, оның полюстері магниттік өріс өзгерісіне байланысты айналып, дөңестер арасындағы ең қысқа аралықта орналасады.

Тұрақты тоқтың коллекторсыз қозғалтқыштары (8.5-сурет) көп фазалы орамасы бар статор мен тұрақты магнит түріндегі



8.3-сурет. Тұрақты тоқ коллекторлық қозғалтқышының құрылысы:

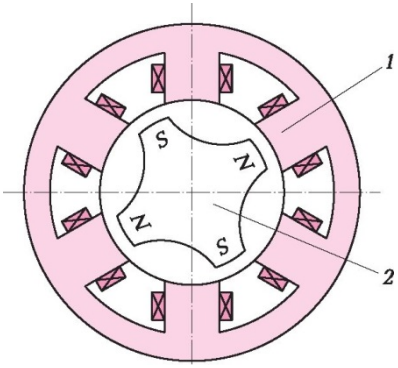
1 — фланец; ***2*** — тұрақты магнит; ***3*** — корпус; ***4*** — вал; ***5*** — орама; ***6*** — коллектор платасы; ***7*** — графит щеткалар; ***8*** — шарлы мойынтірек; ***9*** — электрлік түйіспе; ***10*** — қаптама; ***11*** — коллектор; ***12*** — металл щеткалар; ***13*** — металл керамикалық сырғыма мойынтірек

ротордан және қозғалтқышпен бір корпуста жасалған, статор орамындағы тоқ коммутациясының жүйелілігі мен бірмезгілділікті басқару сигналдарын тудыруға арналған ротор жағдайының датчигінен тұрады.

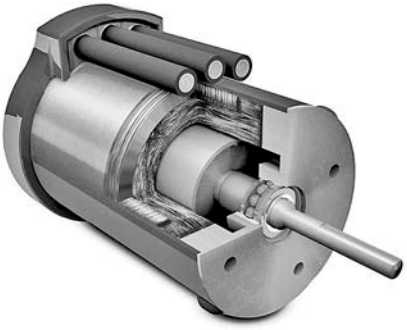
Коллекторсыз қозғалтқыштардың негізгі артықшылығы – айналатын және ауыстырып қосушы түйіспелердің болмауы, сондықтан коллекторсыз машиналардың ресурсы өте үлкен болады. Олар, мысалы, бейнемагнитофондардағы айналмалы бастиектер блогының, жетекші валдың қозғалтқыштары ретінде қолданылады.

Айнымалы тоқ қозғалтқыштары кейбір РЭА бұйымдарында, сондай-ақ өндірістік жабдықтарда қолданылады. Оларға қуат беру бір немесе үш фазалы айнымалы тоқпен жүзеге асады.

Синхронды электрқозғалтқыштардың роторы қуат беру кернеуінің магниттік өрісімен синхронды түрде айналады. Асинхронды электрқозғалтқыштарында ротордың айналу жиілігі қуат беру кернеуі тудыратын магниттік өрістің жиілігінен өзгешеленеді.

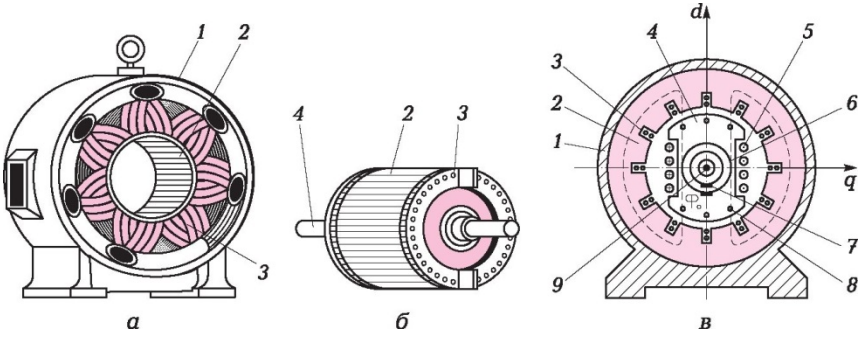


8.4-сурет. Қадамды қозғалтқыш
1 — статор; ***2*** — ротор



8.5-сурет. Коллекторсыз кесіндісі: қозғалтқыштың құрылысы

Үш фазалы асинхронды электрқозғалтқыштардың іске қосу және жұмыс сипаттамалары бір фазалыларға қарағанда жақсырақ. Асинхронды қозғалтқыштардың негізгі құрылымдық элементтері: статор — қозғалмайтын бөлік (8.6, а сурет) орамдары ***2*** және ротор — қозғалмалы бөлік (8.6, ***б*** сурет***).*** Асинхронды қозғалтқыштағы статор мен ротор арасындағы ауа саңылау мүмкіндігі бойынша кішкене етіп жасалады (0,25 мм дейін). Асинхронды электрқозғалтқыш роторының айналу жиілігі статордың магниттік



8.6- сурет. Асинхронды қозғалтқыштың статоры (а) мен роторы (б), синхронды қозғалтқыштың кесіндісі (в):
а, б: ***1*** — корпус; ***2*** — магнитөткізгіштер; ***3*** — коллектор; ***4*** — ось; в: ***1*** — корпус; ***2*** —статордың магнитөткізгіші; ***3*** — үш фазалы орама; ***4*** — ротордың магнитөткізгіші; ***5*** — қоздыру орамасы; ***6*** — түйіспелі сақиналар; ***7*** — щеткалар; ***8*** — қысқа тұйықталған орама; ***9*** — вал

өрісінің айналу жиілігіне тәуелді және қоректендіру тоғының жиілігі мен қозғалтқыштың полюстер жұбының санымен анықталады.

Асинхронды қозғалтқыштың айналу бағытын статор орамасының кез келген екі фазасын ауыстырып қосу арқылы өзгертуге болады.

Синхронды қозғалтқыштар асинхрондыларға қарағанда роторында тұрақты тоқ көзінен қуат алатын қоздыру орамасының болуымен өзгешеленеді (8.6, ***в*** сурет***)***.

Корпуста ***1*** бөлінген екі немесе үш фазалы орамасы ***3*** бар статор магнитөткізгіші ***2*** орналасқан. Ротордың магнитөткізгіші ***4*** жайма немесе бүтін электротехникалық болаттан жасалған. Оның үстінде шоғырланған қоздыру орамасы ***5*** орналасқан, ол тұрақты тоқ көзіне валда ***9*** орналасқан екі түйіспелі сақиналар ***6*** мен щетка ***7*** арқылы қосылады. Ротордың полюстік ұштықтарының арнайы саңылауларында «тиіннің торы» түріндегі қысқа тұйықталған орама ***8*** орналастырылған, ол қозғалтқыш режимінде іске қосу орамасының рөлін атқарады.

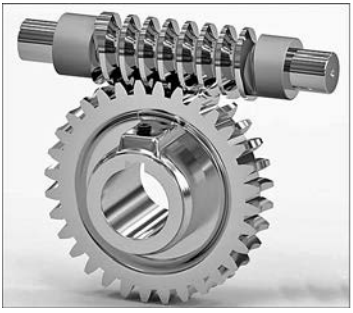
Қарастырылған электрқозғалтқыштардың электрондық техникадағы қолданысы шектелген, бірақ оларды өндіріс құрал-жабдықтарында кеңінен қолданады (радиоэлементтерді орнатуға,

8.3. ЭЛЕКТРМЕХАНИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫС БЕРУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ

Электрондық техникада қозғалыс берілісі мен қозғалысты түрлендірудің әр алуан түрлері қолданылады: тісті, белдікті, төрткілдеш және бұрамдықты.

Әдетте, олардың қолданысы қозғалтқыштың айналу осін механизмнің ілгерілемелі қозғалысына түрлендіру қажеттілігімен байланысты, мысалы кассетаны (дискті) жүктеу – шығару.

Тістегерішті берілістің көмегімен жазып алушы және жаңғырту құрылғыларының жұмыс режимін және механикалық әрекеттер кезегін таңдайды. Бұл жағдайда жетекші тегершік бағдарламалық деп аталады. Ол бейнемагнитофондарда режимдерді ауыстыру үшін қолданылады. Белдікті берілістер (тұрмыстық техникада олар «пассиктер» деп аталады) қозғалыстың жетекші вал қозғалтқыштарынан айналдыру мен жүктеу механизмдеріне берілуі үшін қызмет етеді. Тісті берілістерде (тістегерішті, бұрамлықты, төрткілдеш) айналу бір дөңгелектен өзге дөңгелекке тістер арқылы беріледі.



а ***б***

8.7-сурет. Жүктеме қозғалтқышының бұрамдықты (а) және төрткілдеш (б) берілістері

Тісті дөңгелектер үйкелмелілерге қарағанда біршама оңайырақ айналады. Үйкелмелі берілістер айналмалы валдар арасындағы үйкеліс үшін радиоэлектрондық аппаратурада қолданылмайды.

Тісті дөңгелектердегі ***i*** беріліс саны жетекші және жетектелуші тегершіктердегі тістер саны арқылы көрсетіледі:

$$\boldsymbol{i} = z_1/z_2, \qquad (8.1)$$

мұндағы $\boldsymbol{z_2}$ және z_1 — сәйкесінше жетекші және жетектелуші тегершіктердегі тістер саны.

Бұрамдықты және ***төрткілдеш беріліс*** (8.7-сурет) арқылы айналмалы қозғалыс ілгерілемеліге түрлендіріледі де, мысалы, кассета жүктемесенің «алға - артқа» тартпасын жылжытуға, DVD-қондырғылардағы лазерлық диодтардың блоктарының (оптикалық бастиегінің) жылжуын қамтамасыз етеді.

Бұрамдықты беріліс тоғыспалы (әдетте тік бұрышпен) валдар арасындағы айналуды бұрамдықтың (винттің) және оның түйіндес бұрамдықты дөңгелегі арқылы өткізеді. Бұрамдық (8.7, а сурет) бұрандасы трапеция секілді немесе соған ұқсас винт, ал бұрамдықты дөңгелек ерекше доға пішінді тістері бар тісті дөңгелек болып табылады. Бұрамдықты берілісте жетекші болып әдетте бұрамдық, ал жетектелуші болып бұрамдықты дөңгелек табылады. Бұрамдықты берілістің беріліс саны оның өлшемдеріне байланысты және 8 бастап 100 дейін жетеді. Берілістің салыстырмалы шағын өлшемі кезінде үлкен беріліс санын алу мүмкіндігіне байланысты бұрамдықты берілістер тек кассеталардың жүктеу-шығару жетектерінде және т.б. қолданылады. Бұрамдықты берілістің артықшылықтары – жұмыс бірқалыптылығы мен дыбыссыздығы.

Тозуды азайтып, қажалуға төзімділігін арттыру үшін бұрамдықты дөңгелектерді негізінен қоладан жасайды. Аспаптар мен шағын күштік берілістерде текстолиттен, полиамидтерден және т.б. жасалған дөңгелектер қолданылады. Бұрамдықтар әдетте жылумен жоғары қаттылыққа дейін өңделген, сапалы көміртекті немесе қоспалы болаттардан жасалады.

Т ө р т к і л д е ш б е р і л і с тістегерішті берілістің бір түрі ретінде айналмалы қозғалысты ілгерілемеліге түрлендіру үшін қолданылад (8.7, б сурет). Фото және бейнекамераларда объективті автоматты және механикалық фокустандыру жүйелерінде қолданады. Тісті төрткілдештер МЕМСТ 10242 — 81 талаптарына сәйкес болу керек. Механизм қозғалыстарының жылдамдығы мен дәлдігі, мөлшері өте үлкен бола алатын (100 артық), беріліс санына, беріліс тістерінің көлбеуі мен пішініне тәуелді.

Белдікті беріліс айналмалы қозғалыстың берілісін валдарға бекітілген тегершіктерді қоршайтын белдіктің көмегімен жүзеге асырады. Қолданылатын белдік түріне байланысты белдікті берілістер тегіс, сүйір және дөңгелек белдікті болуы мүмкін. Сүйір және дөңгелек белдікті берілістер бунақтары бар валдар қолданысын талап етеді, бірақ олардың тегіс белдіктілерге қарағанда қозғалыс жылдамдығы мен дәлдігінде артықшылықтары бар.

Берілістердің тиімділігі мен олардың функцияларының нақты орындалуы өткізетін түйіндер арасындағы механикалық түйіспелеріне байланысты және тіркелу сапасына тәуелді. Тіркелу элементтер жасалған материалдардан ғана емес, сондай-ақ, әсіресе бұрамдықты және тістегерішті берілістер үшін, майлау сапасымен де анықталады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Электрмагниттік реленің жұмыс принципін сипаттаңыз.
2. Реленің қандай параметрлері мен сипаттамаларын білесіз?
3. Электрондық техникада қозғалтқыштардың қандай түрлері қолданылады? Олардың қысқаша сипаттамасы мен қолдану саласын атаңыз.
4. Коллекторлық және коллекторсыз қозғалтқыштардың құрылысы мен жұмыс принципін сипаттаңыз.
5. Электрондық техникада механикалық берілістердің қандай түрлері қолданылады? Оларды қолдану мысалдарын келтіріңіз.

III тарау

САНДЫҚ ЖӘНЕ ИМПУЛЬСТІК ТЕХНИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ

9-бөлім

АНАЛОГТЫ ЖӘНЕ САНДЫҚ СИГНАЛДАРДЫ ӨҢДЕУ

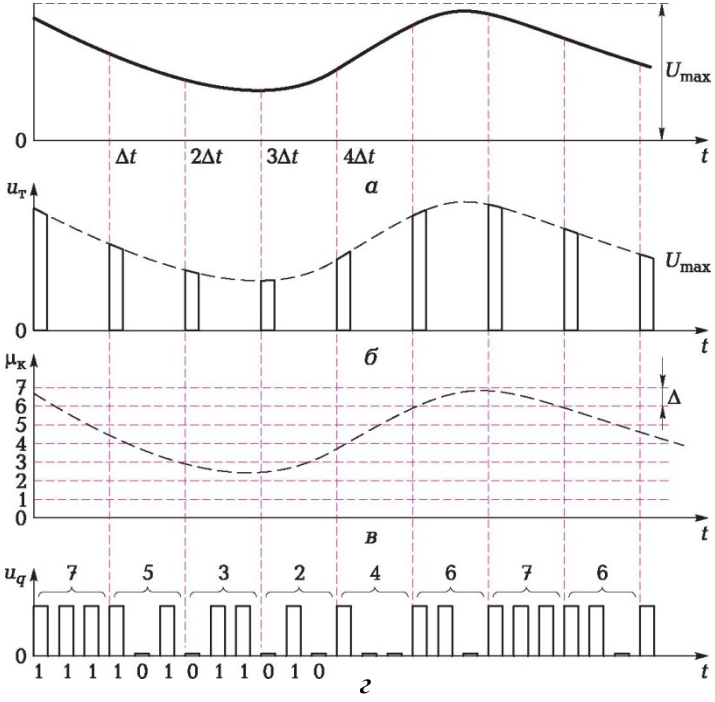
9.1. АНАЛОГТЫ СИГНАЛДАРДЫ САНДЫҚ ТҮРЛЕНДІРУДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аналогты табиғат көптеген үдерістерге тән. Дыбыстың, температураның және өзге сезімдер мен жағдайлар үздіксіз өзгерісте және аналогты шама оның көрсеткіші болып табылады. Радиоэлектроникада кернеудің, тоқтың, кедергінің, сыйымдылықтың және өзге шамалардың үздіксіз өзгерісі аналогты сигнал ретінде анықталады. Кез келген уақыт аралығында аналогты сигнал бойынша қандай да бір параметрдің нақты мәнін бағалауға болады. Табиғи сипатына қарамастан, аналогты сигналдардың оларды жоғары дәлдікті қажет ететін жерлерде, әсіресе басқару және бақылау жүйелерінде қолданылуын шектейтін ерекшеліктері (шу, үнемі өзгеретін мәндер мен т.б.) бар.

Тек екі мәнге ие – кернеудің жоғары деңгейі (логикалық 1) мен кернеудің төмен деңгейі (логикалық 0), сандық сигналдарға көшу ақпаратты сығымдауға, оны кодтауға және қалпына келтіруге, қателіктерді түзетуге, аналогты жүйенің кемшіліктерінен арылуға мүмкіндік береді. Сандық сигналдарды есептеуіш техникада қолдану оның қарқынды дамуын қамтамасыз етті. Сандық сигналды аналогты шаманы түрлендіру арқылы алуға болады.

Аналогты сигналдарды сандық түрге келтіру үш кезең арқылы жүзеге асырылады:

- дискреттеу;



9.1-сурет. Сигналдарды түрлендіру кезіндегі кернеудің эпюрлары:
а — аналогты сигнал; ***б*** — дискреттеу; ***в*** — кванттау; ***г*** — кодтау

- кванттау;
- кодтау.

Дискреттеу — үздіксіз (аналогты) сигналды бірдей уақыт аралығы өткен сайын «кесу» үдерісі. Синусоидты сигналды дискреттеу үдерісі 9.1, ***б*** суретте көрсетілген**.**

Уақыт санақтары арасындағы аралық ***дискреттеу қадамы*** деп, ал кері шама ***дискреттеу жиілігі*** деп аталады. Осындай түрлендірудің нәтижесінде үздіксіз сигнал жеке санақтардан тұратын дискретті сигналға айналады (9.1, ***б*** суретте нүктелермен көрсетілген).

Дискреттеу жиілігі жоғары (санақтар арасындағы қадам азырақ) болған сайын, дискретті сигналдан аналогты сигналды қалпына келтіру дәлдігі артады. Нақты сигналды оның дискертті көшірмесінен қалпына келтірудің шарттарын орындау үшін

Котельников (Нойквист – Шеннон) теоремасы бар: «Егер аналогты сигналдың спектрі ені бойынша шектелген болса, онда ол сигналдың жоғарғы жиілігінен кем дегенде екі есе үлкен жиілікпен таңдалған дискретті санақтар бойынша шығынсыз және бір мәнді түрде қалпына келтіріледі».

Кванттау — сигналды оның деңгейі (амплитудасы) бойынша бірдей кесінділерге бөлу үдерісі.

Бөлудің ең кіші кесіндісі ***кванттау қадамы*** деп аталады. Кванттаудан кейін дискретті шамалардың әрбір мәні тек соған ең жақын деңгейге бекітіледі. Мысалы, амплитудасы 6,7 В (9.1, в сурет) сигнал 7 кванттау деңгейіне бекітіліп, соның мәніне ие болады, ал деңгейі 6,4 В сигнал 6-деңгейге бекітіледі. Кванттау қадамы кішірейген сайын, кванттау деңгейі түрлендірілетін сигналды дәлірек көрсетеді. Нақты мән мен кванттау деңгейінің арасындағы айырма ***кванттау қателігі («шуыл»)*** деп аталады.

Кодтау — нақты мәндер бекітілген кванттау деңгейлерін сандық сигналдарға, 0 мен 1 жинақтарына ауыстыру үдерісі (9.1, г сурет).

Цифрлар мен таңбаларды сандық, екілік түрге келтірудің көптеген кодтары мен кодтау тәсілдері бар. Цифрлау кезінде қолданылатын ең қарапайым код – тура немесе деңгейлердің ондық мәндерін екілік сандарға есептеу. Осылайша, жоғарыда келтірілген мысалдағы 7-деңгей 111 кодына сәйкес келеді.

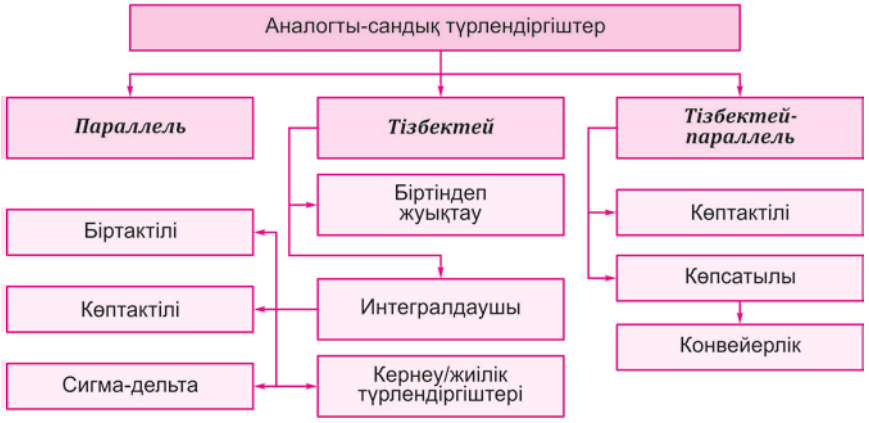
9.2. АНАЛОГТЫ-САНДЫҚ ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРДІҢ ЖҰМЫС ПРИНЦИПІ

Аналогты сигналды сандыққа түрлендіру (дискреттеу, кванттау және кодтау) арнайы қондырғыда – аналогты-сандық түрлендіргіштерде (АСТ) жүзеге асады. АСТ алуан түрлерін ортақ технологиямен, схемотехникамен және түрлендіру әдісі бойынша біріктірілген топтарға бөлуге болады. Қазіргі кезде бар барлық АСТ түрлері 9.2-суретте көрсетілген.

АСТ негізгі параметрлері болып аналогты шамаларды өңдеудің тезәрекеттілігі мен дәлдігі табылады.

АСТ тезәрекеттілігі бойынша бөлінеді:

- тезәрекеттілігі орташа АСТ;
- шапшаң;



9.2-сурет. Аналогты-сандық түрлендіргіштердің жіктелуі

- тым шапшаң.

Дәлдігі бойынша АСТ:

- дәлдігі төмен — 8-разрядты және одан кем;
- дәлдігі орташа — 10— 13-разрядты;
- дәлдігі жоғары — 14-разрядты және одан артық.

Разрядтылық — бұл, қарапайым сөзбен айтқанда, деңгейлердің ондық санын көрсетуге болатын нөлдер мен бірліктердің саны. Осыдан: разрядтылық жоғары болған сайын, АСТ дәлірек жұмы істейді.

Сандық техникада негізінен АСТ төрт түрін қолданады.

Параллель АСТ түрлендірудің жоғары жылдамдығы қажет етілетін жерлерде қолданылады. Әдетте параллель АСТ 8 разрядқа дейін айыру мүмкіндігі болады, бірақ 10-разрядты нұсқалары да кездеседі.

Біртіндеп жуықтау АСТ — түрлендіру дәлдігін 12, 14 немесе 16 разрядқа дейін көтеріп, түрлендірудің жоғары жылдамдығы қажет емес болған жағдайда қолданылады. АСТ бұл түрі түрлі өлшеу аспаптары мен мәлімет жинау жүйелерінде жиі қолданылады. Қазіргі кезде біртіндеп жуықтау АСТ кернеуді 16 разрядқа дейін дәлдікпен дискреттеу жиілігі 100 кГц бастап 1 МГц дейін өлшеуге мүмкіндік береді.

Сигма-дельта АСТ — түрлендіру дәлдігін 24 разрядқа дейін қамтамасыз ете алады, бірақ түрлендіру жылдамдығы бойынша АСТ өзге түрлерінен артта қалады. АСТ бұл түрі мәліметтерді жинау жүйелері мен өлшеуіш жабдықтарда қолданылады.

Интегралдаушы АСТ — құрылысы қарапайым бола тұра, жоғары дәлдік пен айыру қабілетіне ие. ИМС жиі қолданылады. Негізгі кемшілігі — төмен түрлендіру жылдамдығы.

АСТ схемотехникасымен [23, 24] танысуға болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Аналогты сигналдарды сандық шамаларға түрлендірудің негізгі кезеңдерін атаңыз.
2. Аналогты сигналды сандыққа түрлендірудің дәлдігі немен анықталады?
3. АСТ сипаттамаларын және оларды қолдану салаларын атаңыз.
4. Қай АСТ түрлендіру жылдамдығы ең жоғары?

10-бөлім

САНДЫҚ ЖӘНЕ ИМПУЛЬСТІК ТЕХНИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ

10.1. ЛОГИКАЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕР

Цифрлаудан кейін алынған сандық сигналдармен, аналогты сандармен сияқты, түрлі әрекеттер жасауға болады, оларды сандық техникада логикалық деп атайды.

Логикалық амалдарды орындайтын қондырғылар ***логикалық элементтер*** деп аталады. Олар сандық микросхемалардың корпусында жасалады. Логикалық элементтер екі түсінікке сүйенеді: «ақиқат» (логикалық 1 — кернеудің жоғары деңгейі) және «жалған» (логикалық 0 — кернеудің төмен деңгейі). Логикалық шамалар мен олардың комбинацияларын түрлендіру функциялары информатикада қабылданған ақиқаттық кестесіне жазылады. Логикалық көбейту (конъюнкция), логикалық қосу (дизъюнкция) және логикалық терістеу (инверсия) негізгі логикалық функциялар болып табылады.

Логикалық көбейту «ЖӘНЕ» жалғаулығымен, «л» таңбасымен немесе «х» көбейту белгісімен белгіленеді. Көбейту фунцкиясы барлық кірістер 1 тең болған кезде ғана 1 мәніне ие болады.

Логикалық қосу кезінде екі немесе одан көп пікірлер «НЕМЕСЕ» жалғаулығымен, «V» таңбасымен немесе «+» белгісімен байланыстырылады. Қосу функциясы кірістердің біреуінде 1 болса, 1 мәніне ие болады.

«ЕМЕС» логикалық терістеу кезінде шығатын функцияның мәні кіретін шамаға қарама-қарсы болып келеді.

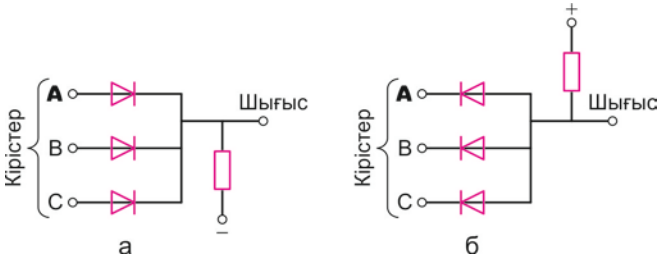
Барлық аталған операциялар үш схеманы орындайды: «ЖӘНЕ», «НЕМЕСЕ», «ЕМЕС» және олардың комбинациялары.

Аталып өткен схемалардан өзге, есептеуіш жүйелерде мәндер теңсіздігі фунцкиясын атқаратын «Терістеу НЕМЕСЕ» схемасы қолданылады, бұл кезде шығатын өрнек кіретін мәндер тең емес болғанда 1, тең болғанда 0 мәніне ие. Бұл схеманы сондай-ақ «2 модулі бойынша қосу» деп атайды.

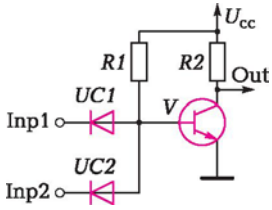
10.1-кестеде негізгі логикалық элементтердің қысқаша сипаттамасы берілген.

10.1-кесте. Негізгі логикалық элементтер, олардың сипаттамасы мен қысқаша сипаттары

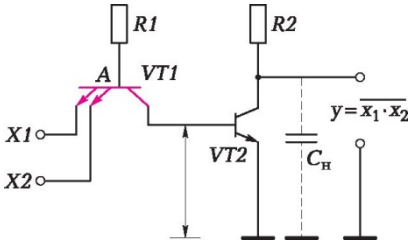
Логикалық элементтер	Схема	Ақиқаттық кестесі				Сипаттама
Инвертор: ЕМЕС схемасы	1	A 1 0		*A* 0 1		Инверсия
Шұра: ЖӘНЕ схемасы	&	A	B	A - B		Конъюнкция
		0 0 1 1	0 1 0 1	0 0 0 1		
НЕМЕСЕ схемасы	1	A	B	A + B		
		0 1 0 1	0 0 1 1	0 1 1 1		Дизъюнкция
НЕМЕСЕ — ЕМЕС схемасы	1	A	B	A + B	A + B	Кірістердің кем дегенде біреуінде 1 болған кезде, кез келген жағдайда схема шығысында 1 болмайды
		0	0	0	1	
		1 0	0 1	0 0	0 0	
		1	1	1	0	
ЖӘНЕ — ЕМЕС схемасы	&	A	B	A - B	A - B	Екі кірісте де 1 болған кезде, шығыста 1 болмайды, барлық өзге жағдайларда 1 болады
		0 1 0	0 0 1	1 1 1	1 1 1	
		1	1	0	0	



10.1-сурет. «НЕМЕСЕ» элементі (а) мен «ЖӘНЕ» элементі (б)



10.2-сурет. Диодтық транзисторлық логикадағы «ЖӘНЕ» элементі



10.3-сурет. Екі эмиттерлік транзистордағы «ЖӘНЕ—ЕМЕС» элементі

Барлық логикалық элементтер жартылай өткізгіш элементтерден жасалады және үш нұсқада шығарылады: диодтық логика, диодтық-транзисторлық логика, транзистор-транзисторлық логика.

10.1-суретте үлгі ретінде диодтардағы «ЖӘНЕ» мен «НЕМЕСЕ» элементтері көрсетілген.

10.2 және 10.3-суреттерде «ЖӘНЕ» мен «ЖӘНЕ — ЕМЕС» элементтерінің сәйкесінше диодтық-транзисторлық және транзистор-транзисторлық логикадағы қолданысы көрсетілген.

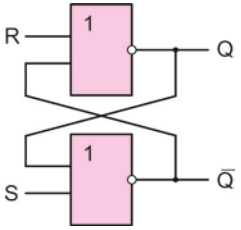
Логикалық элементтерден сандық схемалардың өзге элементтері, соның ішінде импульстік техника элементері де жасалады, оларға триггерлер жатады.

10.2. ТРИГГЕРЛЕР

Триггерлердің екі тұрақты жағдайы болады — 1 және 0, сондықтан олар сандық техникаға жарайды. Олар транзисторларда, логикалық элементтерде жиналады және микросхемалар түрінде интегралды жолмен жасалады. Триггерлер жады микросхемаларының, микроЭЕМ, автоматика элементтерінде құрамдас бөліктер ретінде қолданылады. Сол уақытта, триггерлер кернеу деңгейлерін импульстік электр сигналдарына түрлендіретін импульстік құрылғыларға жатады.

Қарапайымдылық үшін триггерді бірнеше кірісі мен тура ***Q*** және инверстік $\overline{Q}$ екі шығысы бар «қара қорап» ретінде көрсетуге болады. Бұл шығыстардағы кернеулер әрқашан белгілері бойынша қарама-қарсы болады. Егер кірістерге сигналдар түспесе, онда триггердің шығыстағы жағдайлары өзгермейді және қуат беру кернеуі түсірілгенше сақталады.

10.4-сурет. Ең қарапайым RS-триггердің сызбасы



Триггердің қуаттандырылуы шығатын сигналдардың амплитудасын анықтайтын тұрақты кернеумен қамтамасыз етіледі. Триггер «қоректендірілгеннен» кейін, оның шығыстарында таңбалары қарама-қарсы кернеу деңгейлері орнайды және бұл кездейсоқ үдеріс. Оны басқару үшін триггерлердің сыртқы сигналдарға арналған кірістерінің үш түрі болады:

- орнатушы (R және S) — триггердің бастапқы жағдайын орнату үшін;
- ақпараттық (D, J, K және T) — ақпаратты енгізу үшін;
- атқарушы (C және V) — триггердің іске қосылу уақытын қою үшін.

Кіретін сигналдардың ақпараттық шығыстарға тигізетін әсерін ескере отырып, RS-, D-, ***T***- және JK-типінің триггерлері ажыратылады.

RS-триггердің екі кірісі (R «түсіру» болып жүзеге асатын 0 орнатылуын және ***S*** — 1 орнатылуын қамтамасыз етеді) мен екі шығысы (O — тура және $\bar{Q}$. — кері, немесе инверстік). Егер тура шығыста логикалық 1 болса, онда триггер орнатылған деп есептеледі. Ең қарапайым RS-триггер екі логикалық элементтерден НЕМЕС — ЕМЕС жасалады (10.4-сурет).

Триггердің мүмкін жағдайларын ауысу кестелерінде көрсетеді (10.2-кесте).

10.2-кесте. RS-триггердің ауысу кестесі

№ п/п	Триггердің кірістерінің жағдайы				Түсіндірме
	R	S	$O(t)$	$0(t+1)$	
1	0	0	0	0	Ақпаратты сақтау режимі $R = S = 0$
2	0	0	1	1	
3	0	1	0	1	Бірлікті орнату режимі $S = 1$
4	0	1	1	1	

№ п/п	Триггердің кірістерінің жағдайы				Түсіндірме
	R	S	$0(t)$	$0(t+1)$	
5	1	0	0	0	Нөлді орнату режимі $R = 1$
6	1	0	1	0	
7	1	1	0	*	$R = S = 1$ — тыйым салынған комбинация
8	1	1	1	*	

* Анықталмаған мән.

10.2-кестені келесідей оқу керек. Егер ***R*** және ***S*** кірістеріне (1-жол) импульстер түспесе, онда шығыстың осы оқиғаға дейінгі жағдайы 0(f) = 0 өзгермейді және Q(f + 1) = 0 болып қалады және т.б.

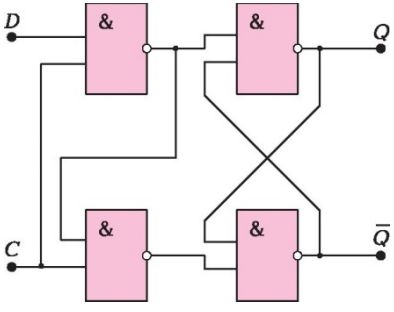
Ескерту. RS-триггердің елеулі кемшілігі бар: кірістерінде бір уақытта жоғары деңгейдегі сигналдар болса (10.2-кестедегі 7 және 8 жолдар), белгісіздік жағдайы туындайды, бұл кезде триггер бұзылуы мүмкін.

D-триггерде (10.5-сурет) бір ақпараттық кіріс ***D*** болады**.** Ақпараттық кірістің жағдайы шығысқа синхроимпульстің (C кірісі) әрекетінен жіберіледі.

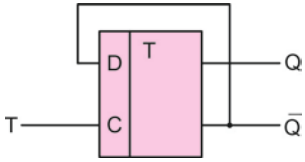
D-триггердің ауысу логикасы 10.3-кестеде берілген.

T-триггердің бір есептік ақпараттық кірісі болады және ол ***T*** кірісіне импульс түскен сайын ауысады. Оның көмегімен кіріске түсетін импульстер санын санауға болады.

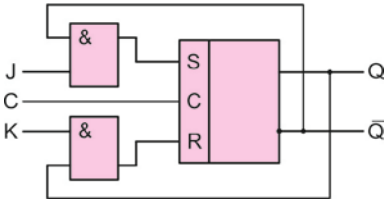
T-триггердің ауысу логикасы 10.4-кестеде берілген.



10.5-сурет. D-триггердің сызбасы



10.6-сурет. D-триггер негізіндегі Т-триггердің сызбасы



10.7-сурет. Синхронды RS-триггер негізіндегі JK-триггердің сызбасы

10.3-кесте. D-триггердің ауысу кестесі

№ п/п	Триггердің кірістерінің жағдайы				Түсіндірме
	C	D	Q(t)	$Q(t+1)$	
1	0	*	0	0	Ақпаратты сақтау режимі
2	0	*	1	1	
3	1	0	*	0	Ақпаратты жазу режимі
4	1	1	*	1	

* Осы түйіннің кез келген жағдайы.

Триггерлердің алуан түрлері өзге триггерлерден жасалына алады, бұл олардың қатысымен түрлі сызбалар жасаған кезде өте ыңғайлы. Осындай үйлестіру тәсіліндегі Г-триггердің принципиалды сұлбасы 10.6-суретте көрсетілген.

JK әмбебап триггердің (10.7-сурет) ***J*** және К ақпараттық кірістері болады, олар өздерінің әсері бойынша RS-триггердің ***S*** және ***R*** кірістеріне ұқсас, бірақ оған қарағанда ақпараттық кірістерінде бір уақытта логикалық 1 болуы JK-триггер үшін тыйым салынған комбинация болмай, тек триггерді қарама-қарсы жағдайға ауыстырады (10.5-кесте).

10.4-кесте. Т триггерінің ауысу кестесі

№ п/п	Триггердің кірістерінің жағдайы		
	T	Q(t)	$Q(t+1)$
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	0

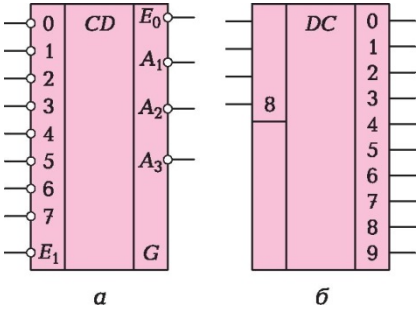
10.5-кесте. Синхронды JK-триггердің ауысу кестесі

№ п/п	Триггердің кірістерінің жағдайы				
	K	J	C	$Q(t)$	$Q(t+1)$
1	0	0	1	0	0
2	0	0	1	1	1
3	0	1	1	0	1
4	0	1	1	1	1
5	1	0	1	0	0
6	1	0	1	1	0
7	1	1	1	0	1
8	1	1	1	1	0

10.3. ШИФРАТОРЛАР МЕН ДЕШИФРАТОРЛАР

Шифратор — кіретін сандық ақпаратты қабылдап, оны екілік кодқа шифрлайтын сандық құрылғы, дәлірек айтқанда, сигнал (логикалық 1) түскен кірістің нөмірі шығыста оның екілік кодымен көрсетіледі.

Шифратордың (кодердің) құрылымдық сызбасы 10.8, ***а*** суретте көрсетілген. E_0 және ***G*** түйіспелері — қорекке қатысты, E_1 — шифрлау операциясын орындауға рұқсат беру (логикалық 1) сигналы. Ол болмаған жағдайда, шифратор жұмыс істемейді. Берілген шифратордың сегіз кірісі мен үш шығысы бар, оларда 3-разрядты екілік код жасалады.



10.8-сурет. Шифратор (а) мен дешифратордың (б) шартты графикалық белгіленуі (ШГБ)

Шифраторлар, жеке құрылғылар – кодерлар, батырмалы және сенсорлық басқаруда қолданылады. Бұл кезде кіріс түйіспелерінің біріне қосылған батырмалардың біреуін таңдай шығыста тек бір жалғыз комбинацияның пайда болуына әкеледі, бұл батырманың орналасқан жерін өзіндік код түрінде көрсетуге мүмкіндік береді. Шифраторлар АСТ бір корпуста немесе жеке микросхемада жасалуы мүмкін. Шифратордың логикалық функциясы ***CD*** (кодтаутын құрылғы) таңбаларымен белгіленеді.

Дешифраторлар, немесе декодерлар (10.8, б сурет), шифраторларға қарама-қарсы әрекеттер атқарады. Жалпы түрде, олар кодты кірісте түрлендіреді, мысалы, 4-разрядты кодты 10-разрядты кодқа шығыста. Дешифраторларды кірістегі кодқа байланысты активті шығысты таңдау үшін қолданады. Дешифратордың көмегімен индикатордың элементтерінің біреуін қосатын, оның шығысында қажетті басқарушы кернеулерді тудыру арқылы таңбалық индикатордың жұмысын басқаруға болады. Автоматика жүйелерінде дешифраторларды шығысқа қосылған қандай да бір қондырғымен оның сандық коды бойынша басқару үшін қолданады.

10.4. МУЛЬТИПЛЕКСОРЛАР МЕН ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОРЛАР

Мультиплекстеу — бұл сигналды микросхеманың кірістерінің біреуінен мекенжайдың коды бойынша бір жалғыз ғана шығысқа жеткізу үдерісі.

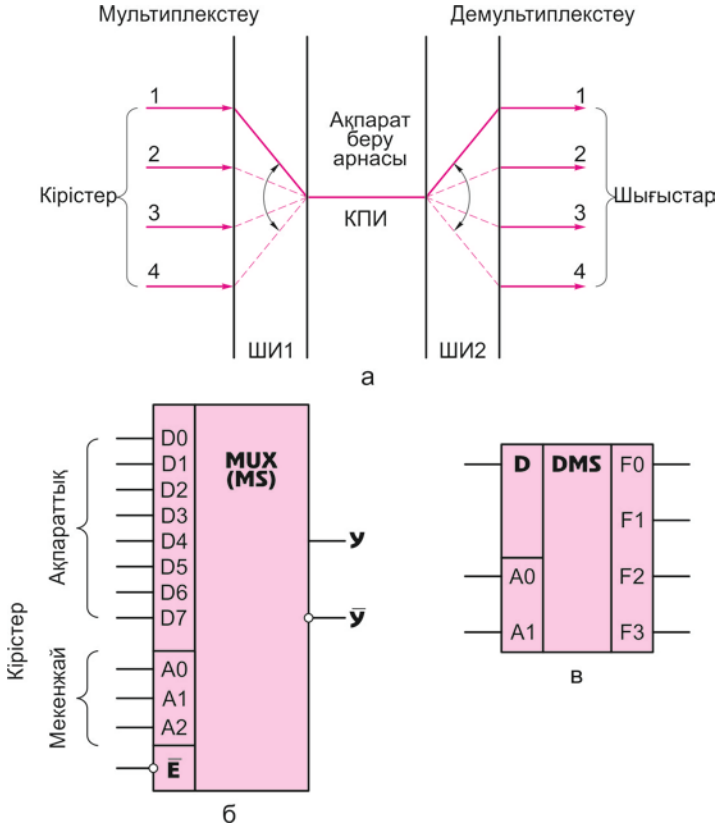
Демультиплекстеу — бұл мультиплекстеуге кері үдеріс. Бұл кезде кірістен сигналды өткізу үшін шығыстардың біреуі таңдалады. Кірістегі сигналдар сандық та, аналогты да бола алады.

10.9-суретте мульти және демультиплексорлардың жұмысы мен олардың шартты белгілері сызба түрінде көрсетілген.

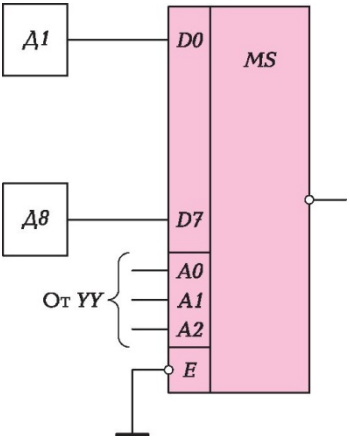
Мультиплексорды қолданған кезде, шығысқа жеткізу керек мәліметтер 8-разрядты мультиплексордың D0 — D7 шиналарына түседі (10.9, б сурет). A0—A2 кірістеріне түсетін мекенжай (код) бойынша бір кіріс таңдалып, одан мәліметтер шығысқа жеткізіледі. ***Y***— $\overline{Y}$ шығыстары рұқсат беруші сигнал ***E*** түскен кезде ғана ашылады. Құрылғының жұмысы көп пәтерлі үйдің кіреберіс кодына ұқсайды: керек пәтерге түсу үшін оның кодын (нөмірін) алу керек.

Автоматика мен телемеханика жүйелерінде мультиплексорлар қандай да бір үдерісті бақылау үшін датчиктерді қосуға мүмкіндік береді (10.10-сурет); датчикті таңдау оның А0 — А2 кірістеріндегі коды (мекенжайы) бойынша анықталады.

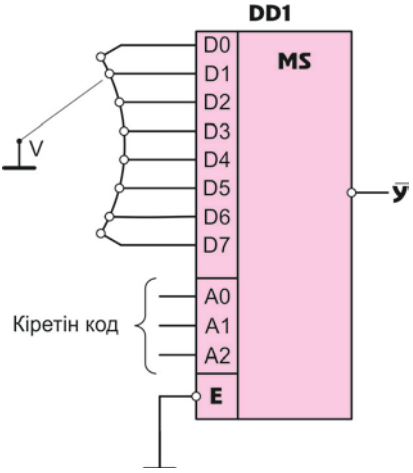
Аналогты техникада мультиплексорды электронды ауыстырып қосушы ретінде қолданады. Мысалы, әр түрлі қондырғылар арасында сегіз рет ауыстырып қосуды орындау үшін үшразрядты екілік кодты қолданады. Бұл код мультиплексордың мекенжайлық кірістеріне түседі, ал ауыстырып қосылатын қондырғылардың шығыстары мультиплексордың кірістеріне қосылады (10.11-сурет).



10.9-сурет. Мульти және демультиплексордың жұмысының сызбалық көрінісі (а) мен мульти- (б) және демультиплексордың (в) шартты графикалық белгіленуі



10.10-сурет. Бақылаушы датчикті мультиплексордың көмегімен таңдау принципі



10.11-сурет. Ауыстырып қосушы жағдайының компораторы

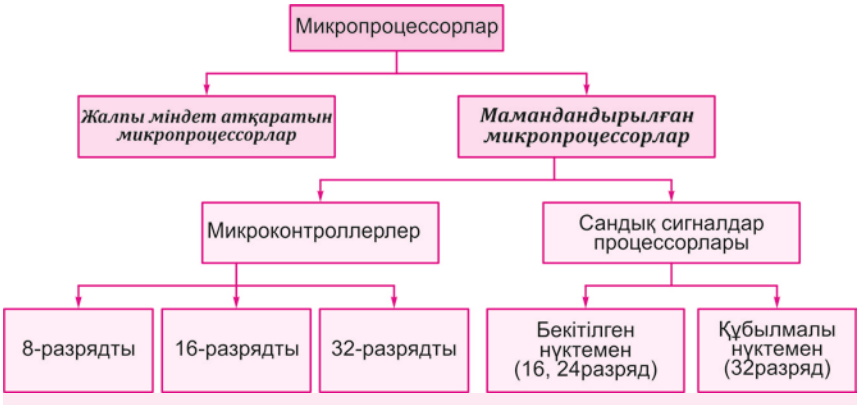
Теледидарлық техникада мультиплексорларды ПАЛ, СЕКАМ және НТСЦ теледидар жүйелері арасында ауыстырып қосу үшін қолданады.

Демультиплексорлар кіретін сигналды қабылдайды және оны мекенжайлық кірістегі екілік кодына сәйкес келетін шығысқа қарай бағыттайды. Бұл құрылғының жұмысы қоңырау бар есікке ұқсайды: егер батырманы бір рет бассаң —№ 1 бөлме ашылады, егер үш рет бассаң —№ 8 бөлме және т.б. Бұл кезде басқа шығыстар белсенсіз жағдайда (бөлмелер жабық) болады. Демультиплексорлар жеке құрылғылар ретінде автокөліктер құрылғыларымен және өзге күрделі объектілермен ақпарат алмасу жүйелерінде қолданылады.

10.9, ***в*** суретте төрт шығысы мен D рұқсат беруші сигналы бар, ең қарапайым екіразрядты демультиплексор көрсетілген.

10.5. МИКРОПРОЦЕССОРЛАР МЕН МИКРОПРОЦЕССОРЛЫҚ БАСҚАРУ

Микропроцессор (МП) — сандық ақпаратты берілген бағдарламаға сәйкес өңдеу бойынша операцияларды орындайтын көп атқарымдық электрондық құрылғы.



10.12-сурет. Микропроцессорлардың жіктелуі

Міндеті бойынша микропроцессорларды жалпы міндетті (әмбебап) және мамандырылған деп бөледі (10.12-сурет).

Жалпы міндет атқаратын МП командалар құрамы оларға сандық ақпаратты кез келген алгоритм бойынша өңдеуге мүмкіндік береді. Оларды түрлі тапсырмалардың кең аясын шешу кезінде қолданады.

Мамандандырылған МП қандай да бір шамалы тапсырмаларды шешу үшін жасалады. Оларды микроконтроллерлер (МК) мен сандық процессорлар (дыбыс процессорлары, жуу машинасының басқарушылары және т.б.) деп бөлінеді.

Микроконтроллерлер (микроЭЕМ) микропроцессорлық техникада аса көп таралған. Олар бір кристалда жоғары өнімді процессорды, жады мен шеткері құрылғыларды біріктіреді, ең аз шығын жұмсай отырып, түрлі объектілер мен үдерістерді басқару жүйелерінің кең тізімдемесін жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Микроконтроллерлердің негізгі жіктемелік белгісі болып оның разрядтылығы табылады, олар 4-, 8-, 16- және 32-разрядты болады.Микроконтроллердің разрядтылығы есептеулерді өңдеу дәлдігі мен жылдамдығын анықтайды. 8-разрядты микроконтроллерлер ең кең қолданысқа ие.

Микропроцессорлық жинақтағы ҮИС саны бойынша бір және көп кристалды, секциялы микропроцессорлар ажыратылады.

Бір кристалды МП бір ҮИС немесе АҮИС түрінде жасалады. Кристалдағы элементтердің біріктірілу деңгейі мен корпустағы шықпалар саны үлкейген сайын, бір кристалды МП

параметрлері жақсара түседі. Алайда бір кристалды МП мүмкіндіктері кристалдың аппараттық ресурстары мен корпустың өлшемдерімен шектелген, сондықтан к ө п к р и с т а л д ы МП, сондай-ақ бір кристалда микросхемалар немесе секциялар жинағы ретінде жасалған көп кристалды секциялық МП кең таралған.

Жасалу технологиясы бойынша микропроцессорлардың екі түрі ажыратылады: униполярлы технология бойынша жасалған — р-каналды (р-МОП) және л-каналды (л-МОП) және биполярлық технология бойынша транзистор-транзисторлық логика (ТТЛ) негізінде жасалған — комплиментті (КМОП).

Микропроцессордың құрамына құрылғының жұмысын қамтамасыз ететін үлгілік жинақ кіреді. Микропроцессордың үш желілері болады: мекенжай (өткізгіштер жинағы), мәліметтер және басқару шиналары.

Мекенжай шиналары бойынша команда мекенжайлары (бағдарламаға «кіріктірілген») мен осы командалар қолданатын мәліметтердің мекенжайлары жіберіледі.

Басқару шинасы нұсқаулардың орындалуын қамтамасыз етеді, мысалы «тоқтау», «қайта жүктеу» және т.б.

Мәліметтер (әрекеттер орындалып жатқан кодталған сандық мәндер) жадыдан да, процессордың ішкі схемаларынан да немесе сырттан келуі мүмкін.

Бағдарламадағы командалар команда дешифраторымен ажыратылып, мәліметтермен бірге арифметикалық логикалық құрылғыға (АЛҚ) түседі. Оның негізгі операциясы сандық өлшемдерді арифметикалық қосу болса, өзге арифметикалық және логикалық әрекеттер туынды болып табылады. Нені қалай орындау керек екендігі туралы нұсқаулықтар командаларда орналасады. Өңделуді күтудегі мәліметтер мен командаларды және операцияларды орындау нәтижелерін алдын ала сақтау үшін регистрлар қолданылады. Р е г и с т р л а р — бұл триггерлерден (RS немесе D) құрастырылған, уақытша жады ұяшықтары. Одан басқа, процессорда бағдарламаларды немесе жиі қолданылатын мәліметтерді сақтау үшін тұрақты есте сақтау құрылғысының (ТЕСҚ) және сырттан түсетін мәліметтерді уақытша сақтау үшін ЖЖҚ жады ұяшықтары жасалады.

Сыртқы құрылғылармен өзара байланыс орнату үшін кіріс-шығы порттары (процессор жасалған микросхеманың түйіспелері) қолданылады. Сандық мәліметтер процессордан сыртқы құрылғыға порттар арқылы, мәліметтер қозғалысының ережелері «протоколдардың» көмегімен орнатылатын, өткізгіш жолдардан тұратын интерфейстердің көмегімен жіберіледі. Сыртқы датчиктердің сигналдарын (температураны, валдың айналу жиілігін және т.б.) өңдеу үшін микроконтроллерлерге АСТ қосады.

Егер АСТ жеке микросхемада жасалған болса, онда олардың шығыстарын кіріс-шығыс порттарына қосады.

Осы барлық үдерістің басқарылуы бағдарламашы жазған және сыртқы немесе ішкі жадыға «кіріктірілген» бағдарламамен қамтамасыз етіледі.

10.6. ЖАДЫ ТҮРЛЕРІ МЕН ТИПТЕРІ

Жады — микропроцессорлық құрылғыларды басқару функцияларын жүзеге асыруға қажетті тұрақтылар мен қосымша индекстердің, мәліметтердің, мекенжайлардың сақталуын қамтамасыз ететін бағдарламалық-аппараттық кешен. Функциялардың орындалу тиімділігін арттыру үшін микропроцессорлардың барлық жадысы екі түрде жасалған – командалар жадысы мен мәліметтер жадысы. Командалар жадысы — бұл командалардың бағдарламалық коды мен тұрақтыларды сақтауға арналған тұрақты жады. Бұл жады бағдарламаны орындау барысында ішіндегісін өзгертпейді. Мәліметтер жадысы арифметикалық және логикалық әрекеттер жасалып жатқан айнымалы шамаларды — операндтарды және жады ұяшықтарының мекенжайларын сақтайды.

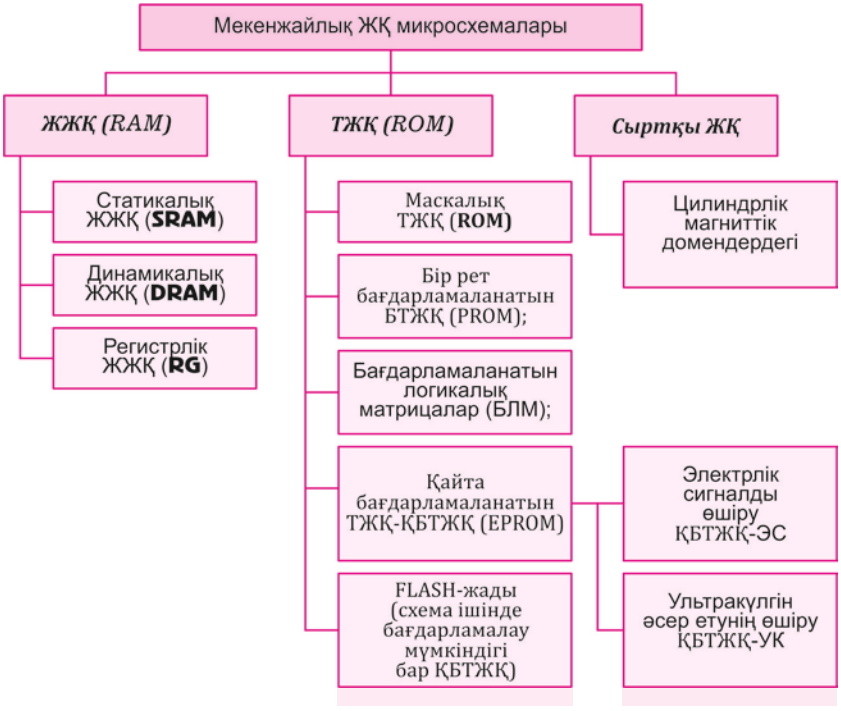
Жады микропроцессордың ішінде де — ішкі жады, жеке микросхемаларда да —сыртқы жады жасалады.

10.13-суретте жадтау құрылғыларының жалпы жіктелуі көрсетілген.

ТЖҚ жадысы — энергиядан тәуелді емес, жадының мазмұны қорек көзінен өшіргеннен кейін де сақталады. Ол командалар жадысына жатады, онда бағдарлама мен оның іске қосылуына қажетті барлық заттар «жатыр». ТЕСҚ жадысының мазмұны бағдарламаны орындау кезінде өзгере (қайта бағдарлана) алмайды.

Маскалық ТЖҚ-ROM (10.14-сурет) жадыны дайындау барысында, жинақтауыш матрицасында жолдар мен бағандардың қиылысу нүктелерінде қосқыштарды жасау мен алып тастау әдісі арқылы ақпараттың тек бір рет қана жазылуымен сипатталады. Ұяшықтарда диод жоқ жерлерге 1 бит ақпарат орнатылады, ал диод бар жерлерге 0 қойылады.

Бір рет бағдарламаланатын ТЖҚ-PROM үшін ақпаратты ұяшыққа жазу (10.14, ***б*** сурет***)*** арнайы құрылғы бағдарламалағыш арқылы оған орнатылған бағдарламаға сәйкес электрлік жолмен жасалады.



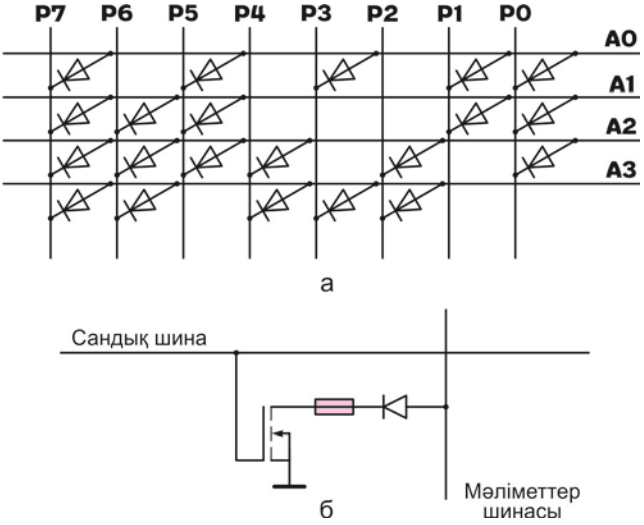
10.13-сурет. Есте сақтайтын құрылғылардың жіктелуі

Бұл кезде электр тоғымен қосқыш-сақтандырғыш «күйдіріліп», транзистор мәліметтер шинасынан ажыратылады. Осылайша, ұяшыққа логикалық 1 жазылады. PROM жадысын тек бір рет қана бағдарламалауға болады.

Металл саңылауы бар корпуста жасалған микросхемаларды олардың ақпаратын ультракүлгін сәулелер арқылы өшіру арқылы қайта бағдарламалауға болады, бұл кезде қосқыштар фотосинтез есебінен қайта қалпына келеді. Ол үшін металл экран шешіліп, сәулелендіру жүргізіледі. Электрлік түрде бағдарламаланатын PROM қайта бағдарламаланбайды, яғни қосқыштарды қайта қалпына келтіру мүмкін емес.

Бағдарламаланатын логикалық матрицалар БЛМ бағдарламалар мен мәліметтер емес, логикалық функциялар жазылған ТЕСҚ нұсқалары болып табылады.

Қайта бағдарламаланатын ТЖҚ (ҚБТЖҚ немесе ***EPROM)*** электрлік импульстер мен ультракүлгін сәулелер әсерінен өткізгіштік жағдайын өзгертіп, сол жағдайды ұзақ уақыт бойы сақтайтын транзисторлардан жасайды.



10.14-сурет. ТЖҚ мекенжай кеңістігінің құрылымы (а) мен сақтандырушысы бар ТЖҚ жазу ұяшығы (б)

Бұл зарядтың қоймасы (қалтасы), яғни логикалық 1 болып табылатын «құбылмалы» бекітпесі бар транзисторлар. Бекітпе оқшауланғандықтан, қарапайым жағдайларда заряд шексіз ұзақ сақталады.

ҚБТЖҚды бағдарламалау ЭЕМге жіктелетін бағдарламалағыштарда жасалады, бұл бағдарламаны жады микросхемасына жазу үдерісін автоматтандыруға мүмкіндік береді. Түрлі қолданбалы бағдарламаларға қажетті жады көлемінің үздіксіз өсуіне байланысты ҚБТЖҚ жадысы флеш-жадымен ығыстырылуда. Оның ерекше өзгешелігі – ақпаратты ол орналасқан есептеуіш жүйенің жұмысы барысында жазу мен ақпаратты қорек көзін өшірген кезде сақтау мүмкіндігі. Құрылымы бойынша флеш жадының EPROM негізгі ерекшелігі жазылған ақпаратты өшіру мен жазу тәсілінде. EPROM жадысында өшіру мен жазу әрбір ұяшық (әрбір бит) үшін жеке жасалады, ал флеш жадыда бұл үдеріс бүтін блоктармен (өлшемдері 8 х 8 бит матрица ұяшықтарымен) жасалады.

Цилиндрлік магниттік домендердегі (ЦМД) сыртқы есте сақтау құрылғыларында құрылымы да, жазу әдісі де қазіргі кезде оғанға дейінгілерден — магниттік атанақтар мен ленталардан едәуір өзгешеленеді [28]: оларда жұқа магниттік қабықшалардағы микронды аймақтарды жергілікті магнитсіздендіру әсері қолданылады.

Бұл топқа оптикалық дисктер жатады, оларда ақпаратты жазу үшін пластмасс қабықты лазер сәулемен күйдіру әдісі мен электрондық чип түріндегі жады карталары қолданылады.

Мәліметтер жадысы есептеуіш кешенінің жұмысы барысында үнемі өзгеріп отыратын мәліметтерді сақтауға арналған. Ол келесідей бөлінетін жедел жадтау құрылғыларынан (ЖЖҚ) жасалады:

- статикалық ЖЖҚ (SRAM);
- динамикалық ЖЖҚ (DRAM);
- микропроцессорлердің регистрлік ЖЖҚ, олар жалпы және мамандандырылған регистрлер, стектік жад түрінде жасалады.

ЖЖҚ бірінші және екінші түрлері микропроцессорлардың құрамында да, жеке микросхемалар түрінде де жасалынады.

Статикалық ЖЖҚ жады элементтері ретінде биполярлық немесе МДЖ (МОЖ) транзисторлардағы статикалық тригерлер қолданылады. Жадыдан оқу белгілі бір триггерге оның мекенжайлық кеңістіктегі мекенжайы бойынша келу арқылы жүзеге асады.

Динамикалық ЖЖҚ басқарушы транзисторды қосқанда логикалық бірлікке дейін зарядталатын, жартылай өткізгіш қабыршақты конденсаторлардан жасалады. Транзисторды таңдау ұяшықтың мекенжайы бойынша жүзеге асады. Бұл жадының бір ҮИС келетін сыйымдылығы статикалық типтегі ЖЖҚ қарағанда көбірек, бірақ оның тезәрекеттігі төменірек.

Регистрлік ЖЖҚ ең жоғары тезәрекеттігімен сипатталады. Микропроцессорлардың немесе контроллерлердің ҮИС ішінде D-немесе RS-типінің триггерлерінен құрылымды түрде жасалады. Регистрлік ЖЖҚ кейде аса жедел ЖҚ немесе процессордың ішкі жадысы деп аталады.

10.7. ИМПУЛЬСТІК ТЕХНИКА

Барлық сандық құрылғылар бір үлкен топтың – импульстік техниканың құрамдас бөлігі болып табылады. Оған сондай-ақ синхрондаудың, ырғақтың, ендік-импульс модуляциясын (ЕИМ) және т.б. импульстарды қалыптастыруға арналған импульстік аналогты құрылғылар кіреді. Импульстік аналогты құрылғылар келесідей бөлінеді:

- мультидірілдеткіш, блокинг-генераторлар мен өзге құрылғылар түрінде жасалған импульстік сигналдар генераторлары;
- міндеті амплитудасы белгілі бір шамадан асатын сигналдарды өткізу болып табылатын, биполярлық және өрістік транзисторлардағы кілттік құрылғылар;
- басқарушы импульстік кернеулерді импульстік-кодтық және ендік-импульстік модуляцияға түрлендіргіштер.

Аса кең таралған импульстік құрылғылардың жұмыс принципі, қолдану саласы мен құрылымы осы оқулықтың 18-бөлімінде және [10] әдебиет көзінде қарастырылған.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Қандай элементтер логикалық деп аталады?
2. Ақиқат кестесі дегеніміз не? Ол сандық құрылғылардың қандай параметрлерін анықтайды?
3. Триггерлер электрондық техниканың қандай салаларында қолданылады?
4. Триггерлердің негізгі түрлері мен оларды қолдану салаларын атаңыз.
5. Шифраторлар мен дешифраторлардың міндетін, жұмыс принципі мен іске қосу сызбаларын көрсетіңіз.
6. Мульти жіне демультиплексорлар қандай қасиеттерімен сипатталады? Олар қандай салаларда қолданылады?
7. Типтік микропроцессордың құрамын, оның жеке түйіндерінің өзара байланысы мен міндеттерін атаңыз.
8. Сандық және есептеуіш техникада қандай жады түрлері қолданылады?

IV Тарау

ЭЛЕКТР МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ

11-бөлім

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРА МЕН АСПАПТАР ӨНДІРІСІНДЕГІ ЭЛЕКТР МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ МАЗМҰНЫ МЕН КӨЛЕМІ

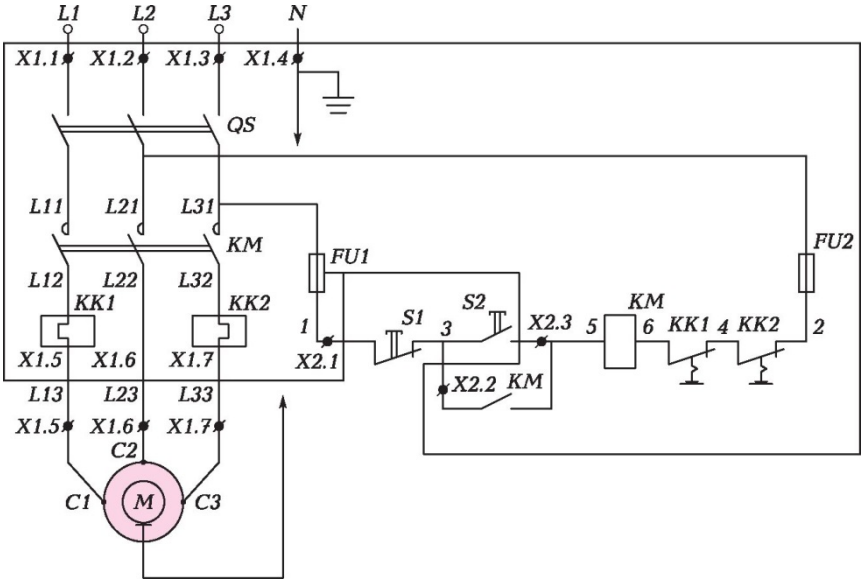
11.1. ЭЛЕКТР МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЖАЛПЫ СҰРАҚТАРЫ

Электр монтаждау жұмыстары — бұл құрылғының құрамына кіретін немесе бір электр тізбегімен жалғанған механикалық, автоматты, шеткері құрылғылар мен коммутация құрылғыларының схема ішіндегі және модуль ішіндегі электрлік жалғауларын монтаждау жұмысы жүргізілетін кәсіби қызмет түрі.

Электр монтаждау жұмыстарына жатады:

- радиоэлектрондық құрылғыны қолданудың түрлі шарттарын ескере отырып, жалғаушы сымдарды, кабельдер мен баусымдарды таңдау;
- сымдарды шираққа байлау;
- платаларды электрлік жалғау үшін элементтерді таңдау мен монтаждау;
- сымдарды құрылғының элементтері мен платалары бойынша қауіпсіз әрі технологиялық түрде салу;
- құралдың электр тізбегін құрастыру үшін сымдар мен радиоэлементтерді өзара және құрылыстың бөлшектерімен ажырататын және ажыратпайтын әдістер арқылы байланыстыру.

Электр монтаждау жұмыстары құрылыстық құжаттаманың құрамына кіретін монтаждау (топологиялық) сызбалардың, схема ішіндегі және модульаралық байланыстар негізінде жүргізіледі.



11.10-сурет. Электрқозғалтқышқа қуат берудің электр монтаждық сызбасының көрінісі

Байланыстырушы сымдар мен бұйымдар (жалғағыштар, түйістіргіштер, жапырақтар, қадалар), олардың типі, түрі, параметрлері мен сипаттамалары әрбір құрастыру-монтаждау сызбасымен бірге келетін сипаттамамен анықталады.

Электр монтаждау жұмыстарын орындау кезінде көптеген факторларды ескеріп, міндеттері мен типтері әр түрлі көптеген атқарушы механизмдерді: механикалық, сандық, аналогты және электрмеханикалық - бір тізбекке біріктіру керек. Сапалы монтаж бен құрастыру байланыстырылатын элементтер мен құрылғылардың кинематикалық сызбасына мүлтіксіз жүгінуді талап етеді. ***Кинематикалық сызба*** – бұл атқарушы құрылғылардың (қозғалтқыштардың, реленің, ауыстырып қосушылардың және т.б.) электрлік байланыстарының тізбектері ғана емес, сондай-ақ олардың әрекеттерінің нәтижелері графикалық түрде көрсетілген техникалық құжаттаманың ерекше түрі. Байланыстардың электр сызбасын орындау үлгісі 11.1-суретте көрсетілген. Сызбада қозғалтқышты қызудан сақтау арқылы басқару жүйесі көрсетілген: үш фазалы қуаттандырылатын ***М*** қозғалтқышы үш фазалы тізбекке L ажыратқышы арқылы қосылады, ***КМ*** релесі мен ***S1*** және ***S2*** батырмалары қозғалтқышты қосуға және өшіруге мүмкіндік береді.

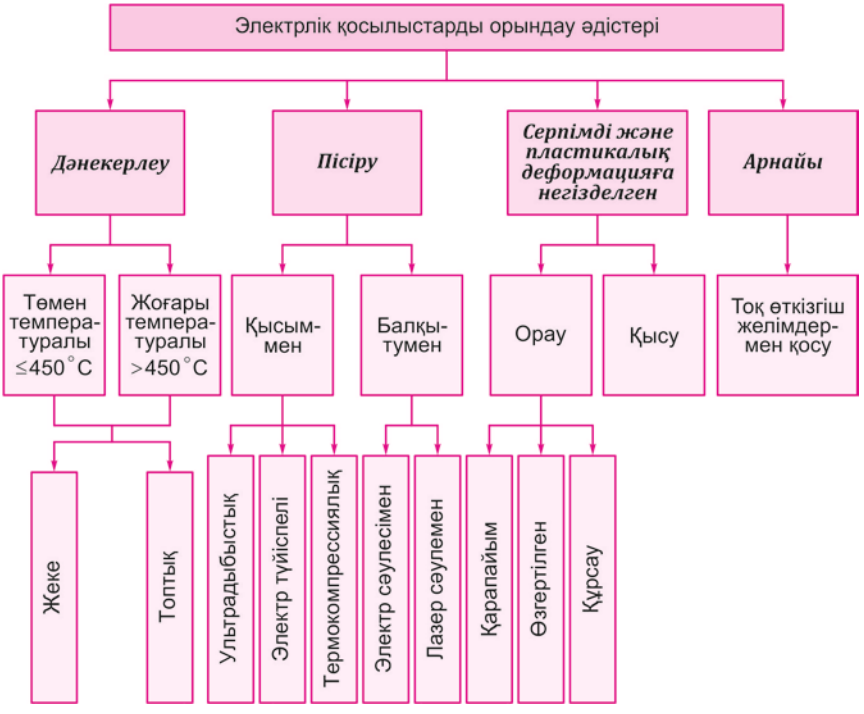
Электр монтаждау жұмыстарын орындау кезіндегі негізгі міндет — электрлік байланыстарды жасаудың дұрыс жолы мен материалды таңдау.

11.2. ЭЛЕКТР МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТҮРЛЕРІ

Сонымен, электр монтаждау жұмыстарының нәтижесінде жеке элементтер арасында электрлік байланыс орнатылады. Іс жүзінде электрмонтаждық байланыстарды орындаудың бірнеше әдісі қолданылады (11.2-сурет).

Негізгі әдістердің жалпы сипаттамасын қарастырайық.

Дәнекерлеу — қатты күйдегі металдарды олардың арасындағы саңылауға негізгі металмен өзара әрекеттесетін және сұйық металл қабатша құрайтын, кристалдандырғанда дәнекерленген жік пайда болатын, балқытылған дәнекерді енгізу арқылы байланыстыру үдерісі.



Дәнекерленген электрлік қосылыстар электрондық аппаратураны монтаждау кезінде электрлік кедергісінің төмен және тұрақты болуына, әмбебаптылығына, жұмыстарды, бақылау мен жөндеуді автоматтандырудың оңай болуына байланысты кең қолданылады. Алайда бұл әдістің елеулі кемшіліктері де бар: қолданылатын металдар мен флюстердің қымбат болуы, жоғары температураның ұзақ әрекеті, флюс қалдықтарының коррозиялық белсенділіг, зиянды заттардың бөлінуі.

Пісіру — ультрадыбыстық тербелістердің немесе олардың үйлесімдерінің әсерімен жылу өрісінің белсендіруші энергиясының, деформацияның әрекеті арқылы ажыратылмайтын материалдар қосылысын алу үдерісі.

Дәнекерлеумен салыстырғанда оның келесі артықшылықтары бар: алынатын қосылыстардың механикалық беріктігінің жоғары болуы, қоспа материалдың болмауы, электрондық элементтерді жылулық өңдеудің мөлшерлі жүктемесі. Әдістің кемшіліктеріне жатқызуға болады: материалдардың үйлесімдерін таңдау сыншылдығы, жартылай металл қабаттардың қалыптасуы үшін өтпелі кедергінің артуы, топтық байланыстыру әдісін қолдану мүмкіндігінің болмауы.

Түйіспелі бөлшектердің, сымдар мен шықпалардың деформациясына негізделген қосылыстар салқын жағдайда орындалады. Осы элементтерге едәуір механикалық күш салу нәтижесінде оксидті қабыршақтар бұзылып, берік, тығыздығы вакуумдай байланыстар қалыптасады. Ол жоғары механикалық беріктігімен, арзандығымен сипатталады, механикаландыруға оңай беріледі, кернеуі төмен тізбектерде кедергілер тудырмайды.

Тоқ өткізгіш желімдер мен пасталар арқылы байланыстыру дәнекерлеу мен пісіруге қарағанда жалғанатын материалдардың құрамының өзгерісін тудырмайды, өйткені қалыпты температурада өткізіліп, байланыс құрылысын жеңілдетеді. Өзге әдістерді қолдану мүмкін емес болған жағдайда қолданылады: жетуге қиын жерлерде, электрондық техниканы жөндеу мен кейбір өзге жағдайларда. Сериялы өндіріс кезінде бұл әдіс төмен өткізгіштігі, төмен жылуға төзімділігі мен байланыстардың берік болмауына байланысты қолданылмайды.

Орындалу әдісі бойынша электрлік қосылыстар ажыратылатын және ажыратылмайтын болады, олар өтпелі электрлік кедергілер мен тоқтау қарқындылығының түрлі мәндерімен сипатталады.

Байланыстардың сипаттамалары 11.1-кестеде берілген.

11.1-кесте. Электрондық құрылғылардың элементтерін байланыстыру әдістерінің сипаттамалары

Орындау әдісі	Электрлік қосылыс түрлері	Механикалық беріктік, МПа	Өтпелі кедергі, мкОм	Тоқтау қарқындылығы (пайдалану мерзіміндегі тоқтау саны)
Ажыратылмайтын	Пісіру	100 — 500	0,01 — 1	0,1—30
Ажыратылмайтын	Дәнекерлеу	10 — 40	2 — 5	1 — 10
Ажыратылмайтын	Шиыршық	60 — 80	1 — 2	0,2 —0,5
Ажыратылатын	Бұрандалы байланыс	100 — 500	5 — 20	100—500
Ажыратылатын	Серпімді деформацияға негізделген қосылыс (серіппелі түйіспе)	1 — 10	5 — 40	100—1 000
Ажыратылмайтын	Пластикалық деформацияға негізделген қосылыс (қысыммен «жаншу»)	20 — 50	1 — 10	2—5
Ажыратылмайтын	Тоқ өткізгіш желім	5 — 1 0	1 000—10 000	20—50

Өтпелі кедергісі төмен, тоқтау қарқындылығы аз, механикалық беріктігі жоғары қосылыстар сапалы деп есептелінеді [10]. Электрлік қосылыстарды алу әдісі түйіспелі түйіннің құрылысына, түйістірілетін бөлшектердің материалына, сапаға қатысты талаптарға, сондай-ақ үнемділік пен өнімділік шарттарына байланысты таңдалады.

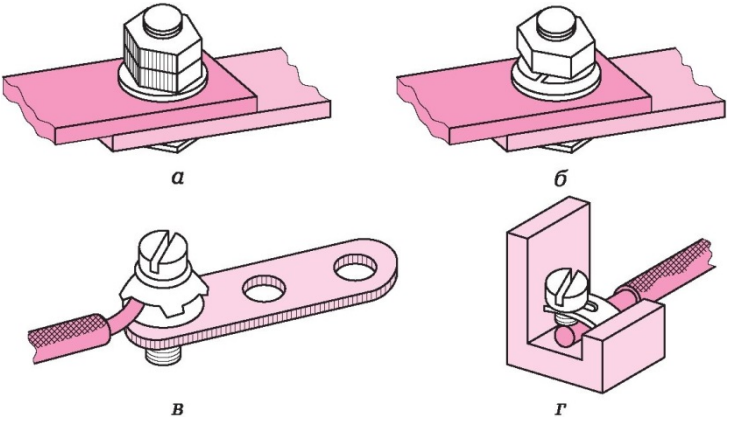
11.3. АЖЫРАТЫЛАТЫН ҚОСЫЛЫСТАР

Заманауи электрондық құрал-саймандарды құрастырудың технологиялылығына, жөндеуге жарамдылығына, модульділігіне қойылатын талаптар ажыратылатын электрлік қосылыстарды қолдану арқылы сәтті жүзеге асуда. Мұндай қосылыстардың сапасы келесі параметрлермен сипатталады:

- түйіспенің төмен өтпелі кедергісімен;
- түйіспелердің төмен индуктивтілігімен;
- шамалы түйіспе аралық сыйымдылықпен;
- коммутацияланатын тоқ пен кернеулердің үлкен мәнімен;
- қосылыстарды біріктіру мен бөлшектеудің механикалық күшінің үлкен мәнімен;
- біріктіру мен бөлшектеу мүмкіндігінің көп болуымен;
- пайдалану температурасының диапазонының кеңдігімен;
- монтаждау кезіндегі рұқсат етілетін шекті қыздыру температурасының жоғары болуымен.

Ажыратылатын электрлік қосылыстар жиі бұрандалы байланыс негізінде жасалады, онда жалаңаш сымның ілмегі немесе сымның соңындағы арнайы түйіспе тоқ өткізгіш бетке бұрандамен жабыстырылады (11.3-сурет). Болат бұранданы қолдану байланысты керу күшінің қажетті үлкен шамасын қамтамасыз етіп, үлкен жанасу ауданын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Түйіспедегі өтпелі кедергіні азайту үшін сыртына алтыннан, никельден, родийден немесе қалайы негізінде жасалған қоспалардан тұратын, коррозиялық қабықтың пайда болуының алдын алатын қабықша түсіреді. Бұл қосылыс тоғы үлкен тізбектерде, сондай-ақ жылулық байланысты қамтамасыз ету үшін қолданылады. Сымдардың баспа платаларымен бұрандалы байланысы үшін, мысалы, ілмекті құрылған жалғағыштар шығарылады, оларда бұранда пластинаны сымға серіппелі болаттан жасалған торда қысып тұрады.

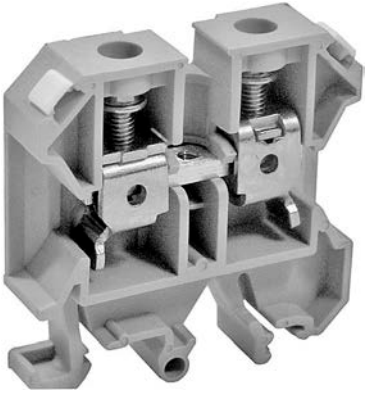


11.3-сурет. Тоқ өткізгіш элементтердің бұрандалы қосылысы:
а — үсті-үстіне; ***б*** — серіппелі шайбамен үсті-үстіне; ***в*** — сымды түйіспе бөлшекпен қосу; ***г*** — сымды тегіс бетке бекіту

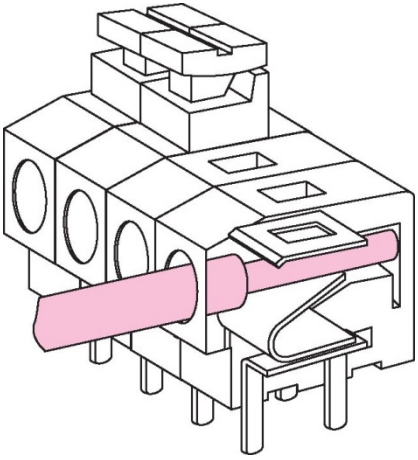
Элементтерді бекіту кезінде тор жапырақшасы кішкене шетке қарай соғылып, винттің бұрандасын қысып, қосылыстың тербеліске төзімділігін қамтамасыз етеді (11.4-сурет). Ілмектің қабылдайтын бөлігі платада орналастырылады.

Электр монтаждау кезінде серпімді деформацияға негізделген ажыратылатын электрлік қосылыстар кең қолданылады: ажыратушылар, түйістіргіш құралдар, клеммалар.

Клемм серіппелі қосылыстарда тот баспайтын серіппелі болаттан жасалған түйіспелі серіппе орнатылған. Ол бір талшықты немесе бірнеше талшықты сымды қалайы негізіндегі қоспамен



11.4-сурет. Ілмектік қосылыс



11.5-сурет. Клемм серіппелі қосылыс

қапталған мыс шинаға сым диаметріне пропорционал күшпен қысып тұрады (11.5-сурет).

Клемм байланыстың құрылысында механикалық бастырық пен электрлік түйіспе арасындағы функциялар бөлінген. Өтпелі электрлік кедергінің аз болуы үшін түйіспедегі механикалық қысым болат серіппемен қамтамасыз етіледі. Сым мен қалайыланған мыс шина арасында электрлік түйіспе жасалады. Байланыс берік болу үшін серіппені мырышпен және хроммен қаптайды.

Ажыратқыштар ұяшықтар мен ашалардан тұрады. Әдетте ашаны кабельде, ал ұяшықты корпуста, аспаптың шассиі немесе өзге бетте орналастырады. Ажыратқыш құрылысы бойынша, әдетте, корпустан, байланыстырушы топтан және кабельдік кірмеден тұрады.

Ажыратқыштардың корпусы пластмассадан, резеңкеден, керамикадан, металдан және т.б. жиылмалы және бөлшектенбейтін болады. Металл корпусты ажыратқыштарда міндетті түрде пласстмассадан не керамикадан жасалған оқшаулағыш болады.

Байланыстырушы топты электр өткізгіштігі жақсы металдан (алюминий немесе мыс қоспаларынан) жасайды және тотығудың алдын алу үшін асыл металдардан (күміс, алтын, платина) жасалған қабықпен жиі қаптайды. Ол түйіспелік істікше (кесіндісі шеңбер немесе басқаша) және серпімді түйіспелі пластиналардан тұрады. Ажыратқышты біріктірген кезде істікше пластинаға жанасады да, пластина бүгіліп, тұрақты электрлік байланысты қамтамасыз етеді.

Кабельдік кірме ажыратқыштың ішінде кабельді немесе сымды орнатуға мүмкіндік береді. Ең қарапайым жағдайда кабельдік кірменің рөлін ажыратқыш корпусындағы дөңгелек тесік атқарады. Кабельдің ажыратқыштан жұлынып кетуінің алдын алу үшін құрылғыда арнайы ұстап тұратын қысқыш қарастырылған (11.6-сурет).

Қате байланыс мүмкіндігін болдырмау үшін көпшілік ажыратқыштарды «кілттермен» жасайды. Кілт – бұл түрлі дөңестер мен саңылаула түріндегі, ашаны розеткаға тек бір жолмен ғана салуға мүмкіндік беретін бағыттаушылар. Кілттер әрбір аша розетканың соған ғана арналған түйіспесімен байланысуы үшін арналған. Міндеті бойынша ажыратқыштар келесідей жіктеледі:

- қолданысы бойынша (сигналдық, қоректендіретін, аудио-, бейне-, компьютерлік және т.б.);
- кернеуі бойынша (төмен вольтты және жоғары вольтты);
- тоқ күші бойынша (тоғы әлсіз және тоғы күшті);
- олар арқылы өтетін тоқ жиілігінің диапазоны бойынша (тұрақты, жиілігі төмен және жиілігі жоғары);
- монтаждау әдісі бойынша (панельге, сымға, шассиге);
- сымның түйіспеге қосылу жолы бойынша (бұранды клемма, жаншу, дәнекерлеу).

Ажыратқыштардың параметрлеріне жатады:

- түйіспелер саны;
- рұқсат етілген тоқ пен кернеулер;
- түйіспелік қысым;
- түйіспелік кедергі;
- электрлік беріктік;
- түйіспе аралық оқшаулау кедергісі;
- жұмыс жиілігінің диапазоны.

Серпімді деформацияға негізделген ажыратылатын электрлік қосылыстар тербеліске төзімді болып келеді, тез әрі берік біріктіруді қамтамасыз етеді.

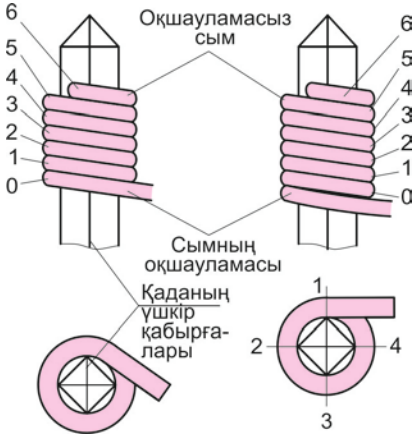
11.6-сурет. Жалғағыштың жалпы түрі

11.4. АЖЫРАТЫЛМАЙТЫН ҚОСЫЛЫСТАР

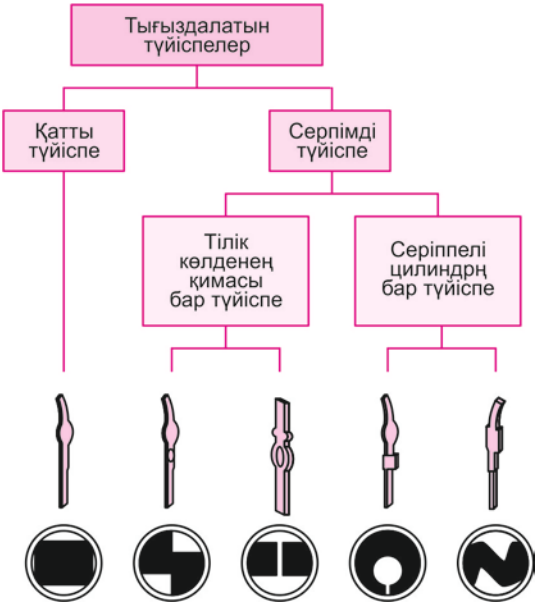
Ажыратылмайтын электрлік қосылыстарды пластикалық деформация, пісіру, тоқ өткізгіш желім мен дәнекерлеу әдістері арқылы жасайды.

Пластикалық деформацияға ***орамалау*** арқылы байланыстыру негізделген, бұл кезде жалаңаш бір тармақты сым үшкір бұрышты металл қадаға арнайы аспаппен тартылып оралады. Сымды тарту оның қаданың бұрыштарында пластикалық деформацияға ұшырауына әкеледі (11.7-сурет). Бұл әдіс беріктігі жоғары қосылыстарды жасауға мүмкіндік береді.

Ажыратылмайтын қосылыстарды жасаудың ерекше әдісі болып ***тоқ өткізгіш желімдерді*** қолдану табылады. Оларды жартылай өткізгіштердің кристалдарын төсемдерге бекіту, баспа платаларын жөндеу, жетуге қиын жерлерде байланыстар жасау үшін қолданады. Электр өткізгіш желімдер желімдік негіз бен электр өткізгіш толтырмадан – ұсақ дисперсті күмістен, алтыннан, палладийден, мыстан, никельден немесе графиттен – жасалған сұйық қоспа болып табылады. Қатқаннан кейін түсірілген қабат бетке жақсы жабысу мен өткізгіштікті қамтамасыз етеді. Желім маркасын (11.2-кесте) ОСТ 4ГО.029.004 стандарты бойынша таңдайды. Тоқ өткізбейтін желімдермен жабыстыру фольгирленген материал жасау мен плата элементтерін бекіту технологиясында кеңінен қолданылады.



11.7-сурет. Орамалау



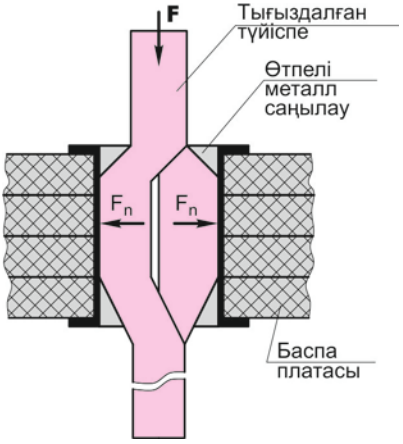
11.8-сурет. Тығыздау түрлері

Желімдік байланыстардың кемшіліктері олардың беріктігі мен жылуға төзімділігінің төмен болуында.

Сондай-ақ, ажыратылмайтын қосылыстарға платалардың металл қабаттары мен негіздеріне ***түйіспелік істікшелерді тығыздау әдісі*** жатады, бұл кезде электрлік қосылыс байланыстырылатын элементтер фрагменттерінің суық деформациясының есебінен пайда болады.

11.2-кесте. Электрондық құрылғылардың элементтерін қосуға арналған желімдердің маркалары мен сипаттамалары

Желім маркасы	Желім негізі	Желімделетін материалдар	Жұмыс темпера турасы		Беріктік шегі МПа
Б Ф 2 и Б Ф 4	Фенолфор мальдегидті шайыр	Металдар, керамика, ферриттер	- 60.	..+60	8 — 30
БК-9	Эпоксидті шайыр	Металдар, қабатты пластиктер	- 60.	..+25	15 — 23
ПУ-2	Полиуретан	Металдар, ферриттер, шынылар	-6.	.+80	3 — 22



11.9-сурет. Тығыздалған байланыс

Арнайы құрылғының түйіспелік істікшесінде байланыс жасау – тығыздау кезінде серпімді деформация пайда болады және істікшені одан ары тығыздаған кезде берік байланыс орнатылады. Мұндай байланыс түрінің келесідей артықшылықтары бар:

- тартылысқа механикалық беріктігі жоғары;
- тербелмелі жүктемеге төзімділігі жоғары;
- байланысты жасау үшін қыздырудың керек емес;
- түйіспенің бітеулігіне байланысты коррозияға төзімді;
- беріктігі жоғары.

Тығыздау жолдары әр түрлі болады (11.8-сурет).

Байланыстың тығыздалатын бөлігі негізгі рөлді атқарады: оның негізгі міндеті – толассыз металданған саңылаудың бүйір қабырғаларына істікшені тесікте кернеулі күйде нық ұстап тұратындай қысым түсіру (11.9-сурет).

11.5. ЭЛЕКТРЛІК ҚОСЫЛЫСТАРДЫ ПІСІРУ АРҚЫЛЫ ЖАСАУ

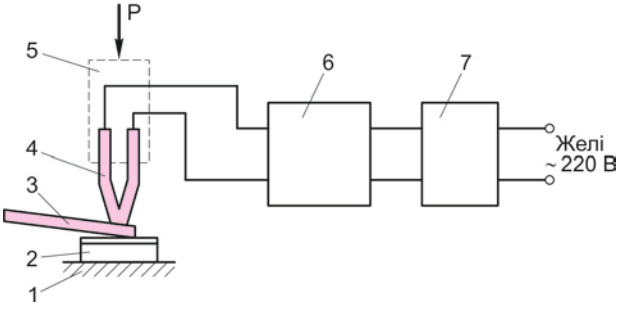
Пісіру металл корпустың бөлшектерін берік байланыстыру үшін монтаж элементтері мен металл (алюминий) экрандарды ажыратпай қосу ретінде, сондай-ақ дәнекерлеуге қиын металдар (алюминий, молибден) мен өткізгіштігі жоғары өткізгіштер (алтын, күміс, мыс)

арасында электрлік байланыс орнату кезінде қолданылады.

Пісіру кезінде екі металдың терең байланысын жасау нәтижесінде тек сыртқы бет қабаттарын ғана қаптайтын емес, одан да тереңірек, көлемді, өте берік пісіру тігісі пайда болады. Пісіру үдерісіне әр түрлі металдар қатыса алады, бірақ физикалық-механикалық қасиеттері бірдей металдарды таңдаған кезде ең берік пісіру тігісі пайда болады.

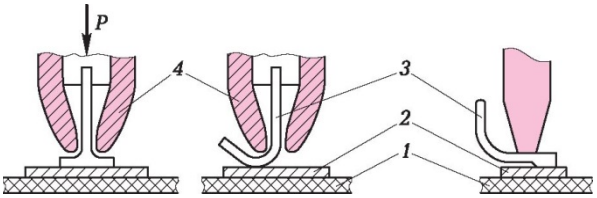
Радиоэлектрондық техниканың өндіру кезінде пісірудің екі түрі ең көп қолданылады: ультрадыбыстық және термокомпрессиялық.

Ультрадыбыстық пісіру байланыстырылатын элементтер арасына бір уақытта қысым түсіріп, пісірілетін бөлшектерде ультрадыбыстық жиіліктегі серпімді тербелістерді қоздыру арқылы жасалады. Ультрадыбыстық пісіру құрылғысы 11.10-суретте сызба түрінде көрсетілген. Ультрадыбыстық пісіру кезінде байланыс жеріндегі қыздыру температурасы қосылатын материалдардың балқу температурасының 50 % аспайды, бұл осы әдісті қыздыруға сезімтал материалдарды байланыстыруға қолдануға мүмкіндік береді. Пісірілген қосылыстың беріктігі аспаптың жұмыс қапталындағы тербелістердің амплитудасы мен байланыстырылатын бөлшектерге түсірілген оңтайлы қысыммен анықталады. Төмендетілген қысым қосылыстың байланыс аймағындағы пластикалық деформацияны баяулатып, бетті белсендіруге қажетті жерлердің тығыздығын төмендетеді. Жоғары қысым үйкелісті



11.10-сурет. Ультрадыбыстық пісіру құрылғысы:

1 — жұмыс үстелшесі; ***2*** — төсем немесе жартылай өткізгіш кристалл; ***3*** — өткізгіш; ***4*** — V-тәрізді аспап (пуансон); ***5*** — қысым түсіруге арналған пісіру бастиегі; ***6*** — қорек көзі; ***7*** — уақыт релесі



11.11-сурет. Ультрадыбыстық құрылғының білегін орнату:

1 — төсем; ***2*** — пісірілетін бөлшек (негіз); ***3*** — пісірілетін өткізгіш; ***4*** — білік

көбейтіп, аспаптың жұмыс қапталының тербелістерінің амплитудасын азайтады. Сондықтан режимдердің екеуі де ультрадыбыстық пісіруге жарамайды. Қысымның оңтайлы мәні материалдар түрі мен қосылыстың геометриялық өлшемдеріне байланысты 0,5 бастап 20 Н/мм^2 дейін болу керек.

Аспап тербелісінің жиілігін көбейту кейбір жағдайларда байланыстыру үдерісін тездетеді. Ультрадыбыстық пісіру қондырғыларының негізгі элементі болып конустық бөлігі бар білік табылады, оның қапталының өлшемдері пісірілетін өткізгіштің диаметріне байланысты таңдалынады (11.11-сурет). Ультрадыбыстық пісіруге арналған біліктің материалы ретінде вольфрам карбидінің негізінде жасалған қатты қоспалар қолданылады. Бұл қоспадан жасалған аспап 50 мың пісіру циклдеріне жетеді.

Термокомпрессиялық пісіру қосылатын бөлшектерді қыздыру арқылы төмен қысымда өткізіледі. Оның артықшылықтарына пісіру аспабының тұрақтылығы мен жоғары төзімділігін, режим өзгерісіне сезімталдығының төмен болуын, үдерістің негізгі параметрлерін басқару қарапайымдылығын жатқызуға болады.

Термокомпрессиялық пісіру элемент шықпаларын жартылай өткізгіш кристалдарға біріктіру, микросымдар мен сымдарды өзара пісіру, тегіс кабельдің тармақтарын жалғағыштың шықпаларына пісіру және т.б. үшін қолданылады.

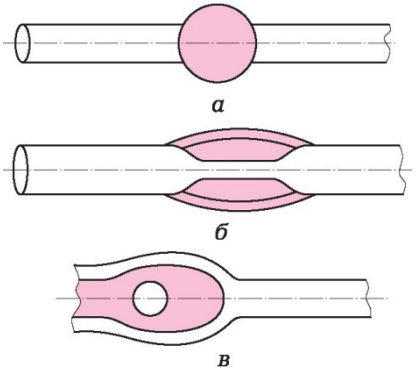
Қосу жолы бойынша термокомпрессия «үсті-үстіне» және «арасына» жасалады (11.12-сурет). Пайда болатын қосылыстың негізгі түрлері түтік пен сүйір болып табылады, олар бойынша аспап пішіні таңдалады.

Термокомпрессияның параметрлеріне жатады:

- қысу күші;
- аспапты немесе қосылысты қыздыру температурасы;
- қысым астында ұстау ұзақтығы.

Қысымды таңдай біріктірілетін өткізгіштің ұйғарынды деформациясымен немесе қосылатын бөлшекке түсіруге болатын ең үлкен қысыммен анықталады. Сөйтіп, алтыннан жасалған сым үшін ұйғарынды деформация оның бастапқы өлшемдерінің 50 — 70% құраса, алюминийден жасалған сым үшін — 60 — 80 %. Пісіру жеріндегі қызу температурасы қосылатын материалдардың сұйық фазасының пайда болу температурасынан аспау керек. Алтын үшін ол 1063 °С, күміс үшін 961 °С, алюминий қоспалары үшін 660 °С, мыс үшін 1083°С. Осыдан мыстық қосылыстар үшін термокомпрессиялық пісіру тиімді емес деген қорытынды жасауға болады. Ұстау ұзақтығын пісірілетін материалдардың үйлесіміне байланысты орнатады және оны тәжірибе жүзінде, қосылыстардың беріктігін бағалау арқылы анықтайды. Термокомпрессиялық пісіру кезінде аспаптың материалын қатты қоспалардан (вольфрам мен титан карбидтерінен) және керамикадан (бериллий оксиді, алюмокерамика) жасайды.

Жанаму қыздыру арқылы ***қысыммен пісіру*** термокомпрессияға қарағанда, бойымен өтетін импульстік тоқпен қыздырылатын аспаппен орындалады. Қызу үдерісінің ұзақтығы аз болғандықтан, байланыс орнындағы металл өткізгіш термокомпрессияға қарағанда жоғарырақ температураға дейін қызады. Бұл илемі салыстырмалы түрде аз металдардан жасалған өткізгіштерді керамика төсемдегі жұқа қабықшаларға пісіруге мүмкіндік береді. Пісірудің бұл түрін болаттан, алюминий мен мыстан жасалған радиатор бекіткіштерін жасағанда қолданады.



11.12-сурет. Байланыс түрлері:
а — аралық; *б* — үсті-үстіне — түтік; *в* — үсті-үстіне — сүйір

Тәжірибенің көрсетуі бойынша, көпшілік пісіру жолдары әрбір қосылыстың жеке орындалуын қамтамасыз етеді, бұл олардың өнімділігін төмендетіп, бұл үдерісті радиоэлектрондық өндірісте автоматтандыру үдерісін қиындатады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Электр монтаждау жұмыстарының құрамын атап, оларға сипаттама беріңіз.
2. Электрондық элементтерді өзара бір электрлік тізбекке қосудың қандай әдістерін білесіз?
3. Ажыратылмайтын қосылыстардың түрлері мен оларды қолдану салаларын атаңыз.
4. Ажыратылатын қосылыстар қандай жағдайда қолданылады?
5. Қосылыстардың қай түрінің беріктігі мен сенімділігі ең жоғары?

12-бөлім

ДӘНЕКЕРЛЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

12.1. ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ МЕН ОРЫНДАУ ЖОЛДАРЫ

Электр монтаждау жұмыстарын жасаған кездегі ең негізгі технологиялық үдерістердің бірі дәнекерлеу болып табылады.

Металдарды дәнекерлеу – бұл қатты күйдегі материалдарды дәнекерлеу кезінде балқытылған жағдайдағы дәнекерлер арқылы біріктіру үдерісі. Дәнекерленетін беттерді дәнекермен жібітіп, олардың арасындағы саңылауды толтырады, сөйтіп, кристалданудың нәтижесінде дәнекерленген жік пайда болады. Дәнекерленген қосылыс түйіспеде химиялық байланыстардың пайда болуының нәтижесінде болады: негізгі металл –дәнекер. Дәнекерлеудің сапасы мен жіктердің беріктігі дәнекерлеу үдерісіне қатысатын металдар түріне, олардың химиялық және физикалық үйлесімділігіне байланысты.

Дәнекер дәнекерлеу барысында жібітілгеннен кейін дәнекерленетін бөлшектің бетімен аралық қоспа аймағын құрады, ол суыту кезінде ерекше, температуралық созымдылыққа, төмен өтпелі кедергі мен беріктікке ие металларалық қосылыс жасайды. Дәнекерлеудің сапасы дәнекердегі негізгі металдың еру жылдамдығына тәуелді: еру жылдамдығы жоғары болған сайын, дәнекерлеу сапасы одан ары артады. Тотыққан бет болған кезде дәнекер диффузиясының деңгейі едәуір азаяды. Балқытылған дәнекердің дәнекерлеу барысында тотығуының алдын алу үшін дәнекерлеу флюстері қолданылады.

Дәнекерлеу жолдары дәнекерленетін металдарды қыздыруға қолданылатын көздерге, қажетті өнімділік пен сапаға байланысты. Электр монтаждай жұмыстарының тәжірибесінде дәнекерлеудің келесі түрлерін ажыратады.

Пеште дәнекерлеу механикалық байланыстырылған (желімделген, бекіту құлыптарымен және т.б.), дәнекерлеу жеріне дәнекер немесе дәнекерлік паста түсірілген дайын бөлшектерді қыздыру арқылы жүзеге асады. Бөлшектерді тотығу мен теріс флюстеуші әсерден сақтау үшін пештерде арнайы газдық атмосфера жасалады.

Индукциялы дәнекерлеу кезінде дәнекерленетін жерінде дәнекері бар дайын бөлшектерді жоғары, көтеріңкі немесе өндірістік жиіліктегі тоқпен қуаттандырылатын индуктордың магниттік өрісіне кіргізеді. Қажетті энергия индукцияланатын тоқ есебінен бөлінеді. Дәнекерлеудің бұл түрін аспаптар корпусын қыздыруға шектеу қойылған жерлерде қолданады.

Кедергімен дәнекерлеуді тоқ дәнекерленетін бөлшектер мен олардың арасындағы дәнекер арқылы өткен кезде бөлінетін жылу энергиясының есебінен жасайды. Бұл әдіс көп энергияны шығын етеді, дәнекерленетін бөлшектердің жақсы механикалық байланысын талап етеді, бірақ қосылатын металдардың материалына сезімтал емес және пайдалану сипаттамалары жоғары қоспалар шығарады.

Батырумен дәнекерлеуді дәнекерленетін бөлшектер мен дәнекерді белсендіруші тұздардың балқытпасымен толтырылған ваннаға салып, қыздыру арқылы жасайды. Платалардың беттерін топпен өңдеу мен қызмет көрсету кезінде қолданылады.

Радиациялық дәнекерлеуді дәнекерленетін бөлшектерді электрондық сәулемен немесе мықты лазермен фокустан шығарылған, мықты кварцты шам арқылы қыздыру шартымен орындайды. Соңғы әдісті шықпалар арасында шағын қадам болған кезде, қосылыстардың жоғары сапасы мен ерекше дәлдігін қажет ететін бірлік бөлшектерді дәнекерлегенде қолданады.

Жанарғымен дәнекерлеу кезінде газбен пісіретін жанарғылар, плазмалық жанама әрекет жанарғылары, дәнекерлеу шамдары мен газдық дәнекерлегіштер қолданылады. Қолдану саласы – температуралық ұлғаю коэффициенттері әр түрлі және қалыпты жағдайда, сондай-ақ баяу балқитын дәнекерлерді қолданған кезде дәнекерлеуге жарамайтын металдарды дәнекерлеу.

Іріктемелі дәнекерлеу дәнекерлегішпен немесе дәнекерлік фенмен пісіру әдістерін қолдануға негізделеді. Тәжірибелік және жеке-дара өндірісте, схемалардың жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру мен жөндеу кезінде, сондай-ақ қосылыстардың жоғары сапасын қажет ететін жауапты жағдайларда қолданылады.

Жаппай өндіріс кезінде ең өнімді әдістер кеңінен қолданылады: балқытылған дәнекерге батыру арқылы дәнекерлеу, дәнекер толқынымен пісіру, инфрақызыл қыздыру мен еріту.

Дәнекерлеу төмен температуралы (450 °С дейін) және жоғары температуралы болады.

Төмен температуралы дәнекерлеу үшін негізінен дәнекерлегішпен немесе лазерлік сәулемен электрлік қыздыруды, инфрақызыл қыздыруды, еріте мен толқынмен дәнекерлеуді қолданады.

Жоғары температуралы дәнекерлеу үшін жанарғымен немесе дәнекерлік фенмен қыздыруды, дәнекерге толтырылған ваннаға батыруды қолданады.

Сапалы дәнекерленген қосылысты дәнекерлеу технологиясын нақты орындағанда, дәнекерленетін материалдарды сапалы және дұрыс таңдаған кезде алуға болады. Әдеттегі технологиялық үдеріс келесі кезеңдерден тұрады:

1) бөлшектердің беттерін дайындау;

2) қосылатын элементтерді - металл-өткізгіштер мен дәнекерді қызмет көрсету арқылы белсенді ету;

3) «негізгі металл – сұйық дәнекер» шекарасындағы өзара әрекеттестікті қамтамасыз ету;

4) сұйық металл қабықшаның кристалдануына жағдай жасау.

Дәнекерлеуге дайындалған кезде шығу тегі органикалық және минералды ластануларды, оксидті қабықтарды алып тастайды, кейбір жағдайларда дәнекерлеу жағдайларын жақсартатын немесе дәнекерленетін қосылыстардың беріктігі мен коррозияға төзімділігін арттыратын қаптама түсіреді.

Беттерді балқытылған дәнекермен жібітуге кедергі келтіретін қабықтарды алып тастау механикалық немесе химиялық (майсыздандыру, өңдеу) жолдармен жасалады. Механикалық тазарту кезінде металдың жұқа беттік қабаты кесетін аспаптың (кескінің, қырғыштың және т.б.) көмегімен немесе егеуқұм қағаз бен сым темірлі щетканың көмегімен алып тасталынады. Механикалық өңдеуден кейін бұдыр беттің пайда болуы флюс пен дәнекердің жайылуына септігін тигізеді. Бұйымдарды майсыздандыруды сілті ерітінділерінде немесе органикалық еріткіштерді (ацетонда, бензинде, спиртте, төрт хлорлы көміртекте, фреонда, спирт бензинді және спирт фреонды қоспаларда) сүрту, батыру, себу, булық фазада немесе ультрадыбыстық ваннада өңдеу жолымен өткізеді.

Тотыққан қабықтарды алып тастау қышқылдардың немесе сілтілердің ерітінділерінде өңдеу арқылы жүзеге асады. Ерітіндінің құрамын металл түрімен, тотыққан қабықтың жуандығымен және қажетті өңдеу жылдамдығымен анықтайды. Әдетте күйдіргіш соданың 10%-дық ерітіндісі қолданылады. Жеке жағдайларда (мыс және оның қоспалары үшін) күкірт қышқылының 10%-дық ерітіндісін қолданады. Өңдеу үдерісінен кейін бөлшектерді бейтараптандырғыш ерітінділерді қолдана отырып дұрыстап жуады.

Бөлшектерді тазалау мен дайындағаннан кейін дәнекерлеу жерлері қалайылану керек. Алдын ала қалайыландыру арқылы дәнекердің беріктігі мен тығыздығын арттыруға болады. Қалайыландыру барысында қосылатын бөлшектердің дәнекерлеудің алдында олардың беттеріне дәнекермен жібіту үдерісін жақсартатын және ұзақ операцияаралық сақтау бойы жақсы дәнекерлену

қабілетінің сақталуын қамтамасыз ететін қаптамалар түсіреді. Мұндай қаптамаларға материал ретінде түрлі дәнекерлерді (ПОС-61, Розе қоспасын және т.б.), күміс, алтын, палладий мен олардың қоспаларын қолданады.

Қалайыландыруды дәнекерлегіштің қыздырылған ұшымен немесе дәнекерлік ваннаға батыру арқылы жасайды.

Дәнекерлеу алдында біріктірілген жерлер шағын механикалық әрекеттің әсерінен тарқап кетпеу үшін бөлшектерді бекітеді: жұмсақ сыммен орайды; бұрандама қысқыштармен қысады; бұрандалардың, іскектердің, атауыздың немесе плата ұстағыштарының қысқыштарының көмегімен механикалық түрде біріктіреді. Бөлшектерді біріктергенде, әсіресе бетті монтаждау кезінде, лак немесе арнайы желімді де қолдануға болады.

12.2. ДӘНЕКЕР ТҮРЛЕРІ МЕН СИПАТТАМАЛАРЫ

Дәнекер — бұл екі дәнекерленетін металдар арасындағы бүтін қосылысты алу үшін бөлшектер мен түйіндерді қыздыру арқылы біріктіруге арналған металл немесе металдар қоспасы. Дәнекердің балқыған жағдайдағы аққыштығы жақсы болу керек, ол біріктірілетін материалдардың беттерін жақсы жібітіп, қатты жағдайда қажетті сипаттамаларға (механикалық беріктік, сыртқы ортаның әсеріне төзімділік, ширау кернеуі, жылулық ұлғаю коэффициенті) ие болуы керек. Дәнекерлерді жасау үшін қалайы, қорғасын, кадмий, мыс, никель және т.б. негіздегі қоспалар қолданылады.

Дәнекерлер тез балқитын және баяу балқитын болады.

Тез балқитын дәнекерлерге балқу температурасы 300 °С дейін дәнекерлерді, ал 300 °С астам баяу балқитындарға жатқызады. Легкоплавкие припои имеют предел прочности при растяжении Тез балқитын дәнекерлердің созуға төзімділігінің шегі16 —100 МПа, ал баяу балқитындардікі — 100 — 500 МПа.

Тез балқитын дәнекерлер болып құрамындағы қалайының үлесі 10 (ПОС-10) бастап 90% (ПОС-90) дейін, ал қалғаны қорғансы болатын қалайы-қорғасын қоспалары (ПОС) есептеледі. Балқу температурасын азайту үшін дәнекерлердің құрамында аз ғана сүрме мен өзге қосындылар болады.

12.1-кестеде қалайы мен қорғасын негізінде жасалған кейбір тез балқитын дәнекерлердің құрамы мен сипаттамалары келтірілген.

Баяу балқитын дәнекерлер жік беріктігін арттырады. Электр және радио монтаждау жұмыстары кезінде оларды сирек қолданады. 12.2-кестеде кейбір мыс-мырышты дәнекерлердің құрамдары берілген.

Еуропалық қоғамдастық 2002 ж. 11 қазан күні WEEE құжаттарын — радиоэлектрондық және электрлік жабдықтардың қалдықтары

12.1-кесте. ПОС маркасының дәнекерлерінің сипаттамалары

Марка	Химиялық құрамы, %						Балқу температурасы,° 0	
	Қалайы	Қорғасын	Сүрме	Қосындылар, артық емес				
				мыс	вис мут	күшән	Басы	Соңы
ПОС-90	90	9,62	0,15	0,08	0.1	0,05	183	222
ПОС-40	40	57,75	2	0,1	0,1	0,05	183	230
ПОС-30	30	67,7	2	0,15	0,1	0,05	183	250
ПОС-18	18	79,2	2,5	0,15	0,1	0,05	183	270

12.2-кесте. Баяу балқитын дәнекерлердің сипаттамалары

Марка	Химиялық құрамы, %						Балқу температурасы,°С
	Мыс	Мырыш	Қосындылар үлесі артық емес				
			Сүрме	Қорғасын	Қалайы	Темір	
ПМЦ-42	40 — 45	Қалған бөлігі	0,1	0,5	1,6	0,5	830
Г1МЦ-47	45 — 49		0,1	0,5	1,5	0,5	850
ПМЦ-53	49 — 53		0,1	0,5		0,5	870

туралы ереже мен RoHS — радиоэлектрондық және электрлік жабдықтарда кейбір қауіпті заттарды қолдану туралы ережені бекітті. Бұл ережелер қорғасын, кадмий, сынап және алты валентті хром секілді ауыр металдарды, сондай-ақ бромдалған оттан қорғайтын қоспаларды қолдануға қатысты. 2006 ж. 1 шілдеден бастап бұл заттарды РЭА өндірісінде қолдануға тыйым салынған. Осыған байланысты, электрондық техника өндірісінде көптеген өндірушілер қорғасынсыз технологиялар мен қорғасынсыз дәнекерлерді пайдаланады. Негізінен олар қалайы, күміс пен мыстың қорғасынсыз қоспалары түрінде жасалады. Мысалы, американдық AIM компаниясымен патенттелген CASTIN қоспасы, сүрменің қосылуы мен оның күміспен және мыспен металаралық құрылымдарының пайда болуының нәтижесінде, жоғары жылуға төзімділікті қамтамасыз етеді.

Қорғасынсыз дәнекерленген қосылыстардың сыртқы түрі қалайы-қорғасын дәнекерлерді қолдану арқылы алынған қосылыстардан ерекшеленеді. Қорғасынсыз қосылыстар күңгірт болып келеді, бірақ бұл олардың беріктігі төменірек емес, керісінше екенін білдіреді.

12.3. ФЛЮС ТҮРЛЕРІ МЕН СИПАТТАМАЛАРЫ

Флюстер сұйық және газ тәрізді қорғаныс аймақтарын жасай отырып, метал мен балқытылған дәнекердің бетін тотығудан қорғайды, беттерде қалыптасқан оксид қабыршақтары мен ластануларды ерітеді және алып тастайды, беттік кернеу күшін азайту арқылы металдың дәнекермен жібітілуін және дәнекердің жайылуын жақсартады.

Флюстерге келесідей талаптар қойылады:

- флюс дәнекермен химиялық түрде әрекеттеспеу керек, флюс пен дәнекерді балқытқан кезде екі сұйық араласпайтын қабат пайда болу керек;
- флюстің балқу температурасы дәнекердікінен төмен болу керек. Сұйық флюс біріктірілетін бөлшектердің беттерін қосындылар мен металл емес қабықтардан дәнекер балқымастан бұрын тазартып, дәнекерленетін қосылысты қоршаған ортаның әрекетінен қорғау керек;
- флюс дәнекерленетін металдар мен қоспаларға қатысты химиялық инертті немесе минималды белсенді болу керек. Дәнекерлеуден кейінгі флюс қалдықтарының дәнекерлік жік пен негізгі металға қатысты коррозиялық белсенділігі де барынша төмен болу керек;
- флюс біріктірілетін бөлшектер мен дәнекерлердің үстінде температура мен қоршаған ортаның әрекетінен пайда болатын бейметалл қабыршақтарды бұзбау не кетірмеу керек;
- флюс сұйық жағдайда дәнекер бойынша жақсы жайылып, қосылған бөлшектер арасында жақсы жайылып, оларды жібіту керек;
- балқытылған және газ тәрізді күйде флюс дәнекердің пісірілген беттер бойынша жайылуына және оның негізгі металмен қосылуына септігін тигізу керек;
- флюс сақтау мен дәнекерлеуге төзімді болу керек.

Флюстердің құрамына беттік созылуды арттыратын және жібітуді жақсартатын, өңдейтін немесе қалпына келтіретін қасиеттері бар компоненттер кіреді.

Флюстерді белсенділіктің температуралық интервалына байланысты төмен (480 °С дейін) және жоғары температуралы (480 — 850°С) деп бөледі. Электр монтаждау жұмыстары үшін негізінен балқу температурасы 180—300 °С төмен температуралы флюстер қолданылады.

Металға тигізетін әсері бойынша флюстерді белсенді (қышқылды), қышқылсыз (белсенді емес), белсендірілген, коррозияға қарсы және қорғайтын деп бөледі.

Химиялық құрамы бойынша флюстерді екі топқа бөледі. Бірінші топқа құрамында шайыр бар, шайырлы немесе полиэфирлі флюстейтін шайыр негізінде жасалған флюстерді жатқызады (ПН-9 және ПН-56 маркалары). Бұл флюстердің химиялық белсенділігі әлсіз болады және олар оңай дәнекерленетін металдарды пісіру үшін қолданылады. Құрамындағы 2...3,5% органикалық қышқылдармен (бензой, салицил және т.б.) белсендірілген шайырлы флюстердің белсенділігі жоғары болады және оларды көп қабатты баспа платаларын топтық немесе қолмен дәнекерлеу кезінде қолданады. Олардың диэлектриктердің оқшаулану кедергісі мен өткізгіштер коррозиясына қатты әсер етуі дәнекерлеуден кейін флюс қалдықтарын дұрыстап кетіруді талап етеді.

Екінші топты құрамында шайыр жоқ коррозиялық белсенді флюстер құрайды. Флюстердің белсенділігін арттыру үшін олардың құрамына белсендіргіш қосындыларды қосады: анилин, гидразин, триэтаноламин, тұз-қышқылды диэтиламин. Белсендіргіштерді енгізу арқылы сілтілік қасиеттері бар қосындылар дәнекерлеу кезінде қышқылдық компоненттердің қалдықтарын бейтараптандыруына қол жеткізуге тырысады.

Белсенді флюстердің құрамында тұз қышқылы, хлорлы және фторлы металдар және т.б. болады. Бұл флюстер металл бетіндегі оксидті қабыршақтарды қарқынды түрде ерітіп, қосылыстың жоғары механикалық беріктігін қамтамасыз етеді. Алайда дәнекерлеуден кейінгі флюс қалдықтары қосылыс пен негізгі металдың қарқынды коррозиясын тудырады.

Белсенді флюстерге бура – пироборлы қышқылдың сулы натрийлі тұзы да жатады; жез және күміс дәнекерлермен пісіру кезінде қолданады.

Электрлік аппаратураны монтаждау кезінде белсенді флюстерді қолдануға болмайды, өйткені уақыт өтісімен олардың қалдықтары дәнекерленген жерді жеп қояды.

Белсендірілген флюсетрді шайырға тұз қышқылының немесе фосфор қышқылды анилинді, салицил қышқылын немесе тұз қышқылды диэтиламинді қосу арқылы дайындайды. Бұл флюстерді көпшілік металдар мен қоспаларды (темір, болта, тот баспайтын болат, мыс, қола, мырыш, нихром, никель, күміс), соның ішінде мыс қоспаларды, тотыққан бөлшіктерін алдын ала тазаламай дәнекерлеу кезінде қолданады. Белсендірілген флюстерге ЛТИ маркасының флюстері жатады, олардың құрамына этил спирті (66 — 73%), шайыр (20 — 25%), тұз қышқылды анилин (3 — 7%), триэтаноламин (1 — 2%) кіреді.

Мыс пен мыс қоспаларын, константанды, күмісті, платина мен оның қоспаларын дәнекерлеу үшін коррозияға қарсы флюстерді қолданады. Олардың құрамында түрлі органикалық қосылыстар мен ерітінділер қосылған фосфор қышқылы бар. Кейбір коррозияға қарсы флюстердің құрамына органикалық қышқылдар кіреді. Бұл флюстердің қалдықтары коррозия тудырмайды. ВТС коррозияға қарсы флюсінің 63 % техникалық вазелиннен, 6,3 % триэтаноламиннан, 6,3 % салицил қышқылы мен этил спиртінен тұрады. Флюс қалдықтарын бөлшекті спиртпен немесе ацетонмен сүрту арқылы кетіреді.

Коррозиялы емес (қорғайтын) флюстер тек қорғаныш әрекет етеді. Олар көпшілік металдардың оксидті қабыршағын еріте алмайды, оларды мыс пен оның қоспаларын, сондай-ақ күміспен, мыспен, қалайымен немесе кадмиймен қапталған болат бұйымдарды дәнекерлеу кезінде қолданады. Мұндай флюстерге шайыр мен оның спирттегі немесе органикалық еріткіштердегі ерітінділері, сондай-ақ ағаш шайыры, балауыз, стеарин мен вазелин жатады.

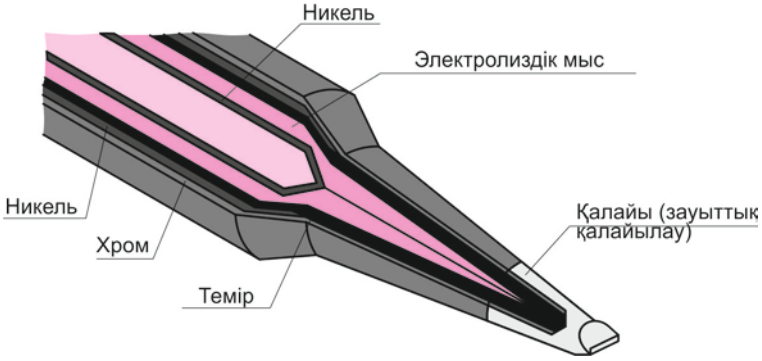
12.4. ДӘНЕКЕРЛЕУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚТАР МЕН АСПАПТАР

Қалайылау мен дәнекерлеуге арналған жабдықтар дәнекерлеу технологиясына, өндіріс көлеміне және дәнекерленетін радиоэлементтерге сәйкес таңдалады. Ұсақ сериялы өндірісте іріктемелі дәнекерлеу кезінде дәнекерлегіштерті немесе дәнекерлеу станцияларын қолданады.

Дәнекерлегіштерді кернеуі және қуаты бойынша жіктейді. Беттік монтаждау жүргізілетін компоненттерді, әсіресе микросхемаларды, дәнекерлеу үшін қорек кернеуі төмендетілген дәнекерлегіштер қолданылады. Бұл кезде дәнекерлегіштің қуаты да шағын болады — 25 Вт. Аса қауіпті бөлмелерде жұмыс істеген кезде қорек кернеуі төмендетілген, 42 В дейін, дәнекерлегіштер қолданылады.

Дәнекерлеудің сапасы дәнекерлегіш құралдың ұшына байланысты. Дәнекерлегіш құралдардың ұштарының көптеген түрлері бар. Олардың арасында өзінің сипаттамаларымен жанбайтын (қызмет етілмейтін) ұш ерекшеленеді, оның құрылымы 12.1-суретте көрсетілген.

Дәнекерлегіш құралдың сыртқы қабаттары (никель, хром) қорғаныш болса, сыртқысы (электролиттік мыс немесе күміс) жылу өткізгіштік үшін, аралық (темір) беріктік пен төзімділік үшін, ал жұмыс бөлігі (қалайы) дәнекермен жақсы дымқылданғыштық үшін жауап береді.



12.1-сурет. Жанбайтын ұшы

Қазіргі кезде қарапайым электрмен қыздырылатын дәнекерлегіш құралдар дәнекерлік станцияларымен және жөндеу-дәнекерлеу кешендерімен шеттетілуде.

Дәнекерлеу станциясының жұмыс принципі қарапайым дәнекерлегіш құралдікі сияқты дәнекерлегіштің ұшын немесе оның саптамасын электр тоғымен қыздыруға негізделген. Микропроцессорлық басқару ұшының температурасын сақтайды және реттейді, дәнекерлеу бейініне байланысты жұмыс режимін орнатады. Құрылымы бойынша дәнекерлеу станциясының дәнекерлегіштерге арналған ыңғайлы ұстағыштары бар, ол дәнекердің вакуумдық сорылуын, саптамалардың тез және тиімді ауыстырылуын қамтамасыз етеді. Дәнекерлеу станциясының сыртқы түрі 4.2-суретте көрсетілген. Оның кіріктірілген қорек блогы болады, ол дәнекерлегіштің қыздырғышына қоректің төмендетілген кернеуін (әдетте 9—12 В) тікелей жеткізіп, қауіпсіз жұмысты қамтамасыз етеді.

Қатты қыздыру мен статикалық электрге сезімтал микросхемалармен, процессорлар мен микроконтроллерлерді монтаждау мен демонтаждаумен, электрондық техниканы жөндеумен байланысты өндірістік жұмыстар жасаған кезде қыздырылған ауа ағынында дәнекерлейтін термоауалық дәнекерлегіш құралдар (термофендер, дәнекерлеу фендері) қолданылады.

Сандық дәнекерлеу станциясы ұқсас қарапайымнан дисплейдің болуымен ерекшеленеді, қосылатын жабдықтарды автоматты түрде анықтайды және дәнекерлеу режимін қояды. Дәнекерлеу температурасын баптау мен сақтау автоматты түрде орнатылады.

Жөндеу-дәнекерлеу кешені күрделілігі түрлі деңгейдегі дәнекерлеу жұмыстарын жүргізуге: қарапайым компоненттерден бастап, қадауышты және жапырақшалы шықпалары бар көпшықпалы ҮИС дәнекерлеуге дейін арналған. Әдетте, бұл

жағдайда дәнекерлеу инфрақызыл сәулеленумен немесе лазерлық сәулемен жүргізіледі, олардың қуаты микросхеманың немесе элементтің корпусына температуралық әсер тигізбей, шықпалардың ламелдеріне бағытталады. Жөндеу станцияларының жабдықтары түйіспелер мен жолдардың автоматты түрде бірігуін, оңтайлы температура мен дәнекерлеу ұзақтығын қамтамасыз етеді.

Дайын платаны алдын ала қалайылау үшін дәнекерлеу ванналары қолданылады, оларда дәнекерлеу флюс түсірілген дайын платаны дәнекерге батыру арқылы жасалады. Дәнекер дәнекерлеу ваннасында 3 — 7 мин бойы балқытылады да, одан кейін батыру өткізіледі. Дәнекерлеу ванналары ұштықтарды дәнекерлеу, өткізгіштерге қызмет көрсету үшін тиімді.

Өнеркәсіптік өндірісте толқынмен дәнекерлеу автоматтары мен балқыту пештері қолданылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Электрондық техника өндірісінде қандай дәнекерлеу түрлері қолданылады?
2. Дәнекерлеу жұмыстарын дайындау мен орындау технологиялық үдерісінің кезеңдерін атаңыз.
3. Дәнекерлердің негізгі түрлері мен олардың сипаттамаларын атаңыз.
4. Сізге белгілі флюстерді, олардың құрамы мен қолдану саласын атаңыз.

13-бөлім

ЭЛЕКТР МОНТАЖДАУ СЫМДАРЫ МЕН КАБЕЛЬДЕРІ, ОЛАРМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУ

13.1. ЭЛЕКТРОНИКАДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН СЫМДАР МЕН КАБЕЛЬДЕРДІҢ ТҮРЛЕРІ

Сым бөлшектерді, аспаптарды, аппараттарды өзара электрлік біріктіру үшін қолданатын, белгілі бір қимасы мен ұзындығы бар сым темірдің бөлігі болып табылады. Өткізгіш тарамдардың материалы ретінде меншікті кедергісі төмен металдарды: әдетте, алюминий, мыс, никель, алтын немесе күмісті, сондай-ақ олардың негізінде жасалған қоспаларды (жез, платинит және т.б.) қолданады. Байланыстырушы сымдар иілгіш, берік оқшауланған, агрессивтік ортада өз қасиеттерін жоғалтпайтын, қозғалмалы бөліктер үшін механикалық кедергілер келтірмейтін, бұрау мен бүгу кезінде берік болу керек.

Радиомонтаждау тәжірибесінде қолданылатын сымдар түрлері келесідей бөлінеді:

- қондырғылық;
- орамалық;
- монтаждық;
- кабельдер.

Қондырғылық сымдар мен ***баусымдар*** электрқозғалтқыштарды, генераторларды, реле мен өзге тоқ тұтынушыларын қорек желісіне қосу үшін қызмет етеді. Қондырғылық сымдардың тоқөткізгіш тарамдарын мыс немесе алюминий сым темірден жасайды. Қондырғылық сымдардың оқшаулануы желілік кернеуден бірнеше есе артық жұмыс кернеуіне есептелген.

Радиоэлектроникада, әдетте, тарамдары электр оқшаулағыш резеңкемен, полиэтиленмен немесе полихлорвинилин пластикпен оқшауланған мыс сымдар қолданылады. 13.1-кестеде резеңке және полихлорвинилинді оқшауланған қондырғылық сымдардың негізгі сұрыптамасы көрсетілген.

Полихлорвинилинді оқшауланған сымдардың кеңінен қолданылуы олардың жоғары суға төзімділігімен, майға төзімділігімен және полихлорвинилиннің ыстық болмауымен қамтамасыз етіледі.

13.1-кесте. Қондырғылық сымдар мен баусымдар маркалары және олардың сипаттамалары

Сым маркасы	Тарамдар саны х қима ауданы, мм^2	Сымның сипаттамасы
ПВ	1 х 0,5 — 0,95	Полихлорвинилинді пластикпен оқшауланған мыс тарамдары бар сым
ППВ	2 — 3 х 0,75—4	Мыс тарамдары параллель орналасқан және полихлорвинилинді оқшауланған ленталық (тегіс) сым
ПГВ	1 х 0,5 — 0,95	Полихлорвинилинді оқшауланған көп сымды иілгіш тарамдары бар сым

Қондырғылық сымдарды маркалау ережелері келесідей: мысалы, ПГВ сымы келесідей ашылады: П — сым, Г — иілгіш мыс тарамдармен, В — поливинилхлоридті оқшауланған, 1 х 0,5 — 0,95 — қимасы 0,5-тен 0,95 мм^2 дейін біртарамды сым.

Орамалық сымдарды электрлік машиналарды, аппаратарды, дроссельдер мен трансформаторларды орау үшін қолданады. Олар үшін материал ретінде мыс, алюминий мен олардың қоспалары алынады.

Оқшаулау ретінде эмальді, талшықты, эмаль-талшықты, қағаздық, пластмасс, қабыршақты, шыны талшықты, шыны эмальді және тұтас шыны қабыршақты қолданады.

Майлы лактар негізінде оқшауланған мыс эмальді сымдарды (ПЭЛ маркасы) диаметрін 0,02 — 2,5 мм етіп шығарады. Сымдардың бұл түрі жоғары температура мен ылғалдылық әсер ететін жағдайларда жоғары электр оқшаулағыш сипаттарын сақтайды.

Диаметрі 0,05— 1,6 мм, полиуретанды лак негізінде оқшауланған, ПЭВТЛ-1 және ПЭВТЛ-2 маркасының эмальдалған сымдар эмальді алдын ала тазартусыз қызмет көрсетумен ерекшеленеді, бұл дәнекерлеуді едәуір жеңілдетеді.

Поливинилацетатты негізде оқшауланған сымдар механикалық сипаттамаларымен, жақсы электр оқшаулағыш қасиеттерімен, агрессивті орта әрекетіне төзімділігімен ерекшеленеді. Оларды электрлік машиналар мен аппараттардың орамдарын қосымша қаптамаларсыз дайындау үшін қолданады.

Полиамидті оқшауланған орамалық сымдардың қыздыруға төзімділігі жоғары болады, сымды 230 °С температураға дейін

қыздырғанда өзгермейтін жақсы электрлік сипаттамалары бар.

Мақта-қағаз иірімжібі мен табиғи жібек негізінде талшықты оқшауланған сымдар төмен электрлік беріктігіне байланысты шектеулі түрде қолданылады. Орамалық сымдардың кейбір маркалары мен оларды сипаттамалары 13.2-кестеде көрсетілген.

Монтаждық сымдарды негізінен қозғалмайтын ішкі және блокаралық қабаттар мен аспаптардың, аппараттар мен түрлі электрлік және радиотехникалық құрылғылар үшін қысқа кесінділер түрінде пайдаланады. Монтаждық сымдарды жақсырақ айырып тану үшін олардың сыртқы оқшаулағыш қабықтарын әдетте түрлі түстерге боядды. 13.3-кестеде монтаждық сымдардың негізгі маркалары, олардың сипаттамалары мен қолдану салалары берілген.

Ең кең таралған монтаждық проводтар болып, кедергісі ең төмен (1 кмге 160 Ом дейін), МГШВ және МГШВЭ маркаларының сымдары табылады. Мыс қалайыланған көпсымды тоқөткізгіш тарамы бар және ПВХ-пластикат қабығында электроқшаулағыш жібекпен оқшауланған сымдар аспап ішіндегі мен аспапаралық монтаж үшін арналған.

МГШВЭ сымы мыс қалайыланған сымдардан жасалған экранда шығарылуы мүмкін.

13.2-кесте. Орамалық сымдардың маркалары мен сипаттамалары

Сым маркасы	Оқшаулаусыз сымның диаметрі, мм	Сымның сипаттамасы
ПБ	1—5,2	Кабельдік қағаздың бірнеше қабатымен оқшауланған сым
ПБУ	Тікбұрышты a = 2,44 — 5,5 b = 6,9 — 22	Қағаздық оқшауланған және электрлік беріктігі жоғары сам
ПБД	0,18 — 5,2	Мақта-қағаз иірімжібінен жасалған ораманың екі қабатымен оқшауланған сым
ПСД	0,31—5,2	Қызуға төзімді глифтал лак сіңірілген шыны талшықтардан жасалған ораманың екі қабатымен оқшауланған сым

13.3-кесте. Монтаждық сымдардың маркалары мен сипаттамалары және қолдану саласы

Сым маркасы	Мыс тарамның қимасы, мм^2	Сымның сипаттамасы	Қолдану саласы
РП	0,35 — 1,5	Парафин сіңірілген, мақта-қағаз иірімжіптен жасалған орамдағы, резеңкемен оқшауланған, бір сым тарамнан тұратын сым	Күш құралдарында бекітілген монтаждау үшін арналған
МРПЭ	0,35 — 1,5	Тура солай, бірақ мақта-қағаз орамның үстінде мыс қалайыланған сымдардан жасалған экран бар	Қозғалтқыштар мен мықты атқарушы құралдарды басқару бойынша схемаларда монтаж жасау үшін арналған
МГВ	0,1 — 1	Полихлорвинилинді пластикпен оқшауланған көптарамды иілгіш сым	Аккумуляторлық батареяларға жеткізу мен схемалар ішінде байланыстар жасау үшін арналған
МГВЛ	0,35 — 5	Тура солай, бірақ лакталған мақта-қағаз орамы бар	Жоғары температурада жұмыс істейтін блокаралық қосылыстар жасау үшін арналған
МГВЛЭ	0,35 — 5	Тура солай, бірақ экрандалған	Блок ішіндегі қосылыстарды жасау үшін арналған
МГТФ	0,2 —1,5	Фторопластты қызуға төзімді оқшауланған, көптарамды иілгіш сым	Аспаптар мен аппараттарда 250 В дейін кернеумен қатаң монтаж жасау үшін арналған
МГШ	0,05 — 0,1	Капрон иірімжіптен жасалған орамдағы көптарамды сым	24 В дейін кернеу мен 60тан +90 °С температурамен жұмыс істейтін құрылғылардың ішін монтаждауға арналған

Жалпы мақсаттағы қолданбалы монтаждық сымдарды әдетте капрон қабыршақта немесе қабыршақсыз талшықты, пластмасса және аралас оқшауланған мыс қалайыланған тарамдармен шығарады. Бұл сымдар 1 000 В дейін айнымалы және тұрақты кернеуде -50ден +70 °С дейін температура диапазонында жұмыс істеуге арналған.

Қызуға төзімді монтаждық сымдарды тігілген полиэтиленнен, кремний органикалық резеңкеден, фторопласттан, сондай-ақ шыны талшықтың фторопласт қабықшамен бірігуінен жасалған оқшаулауда дайындайды, бұл сымдарды -60тан +250 °С дейін температура аралығында қолдануға мүмкіндік береді. Полиэтиленді оқшауланған жоғары вольтты ПВМП-2 маркасының монтаждық сымын 2; 2,5 және 4 кВ кернеулерінде -60тан +85 °С дейін температурада қолданады.

Кабельдер электр энергиясын каналдандыру (жеткізу) үшін арналған және бір-бірінен оқшауланған, резеңке, пластмасс, алюминий не қорғасыннан жасалған саңылаусыз қорғаныш қабықпен қапталған бір немесе бірнеше өткізгіштерден тұрады. Кабельдердің сымдардан құрылымдық ерекшелігі кабельдердің тарамдарының қымталған қабықшасының болуында. Кабельдерді оқшаулауды май шайырлы құраммен сіңірілген қағаз ленталардан, резеңкеден немесе пластмассадан жасайды.

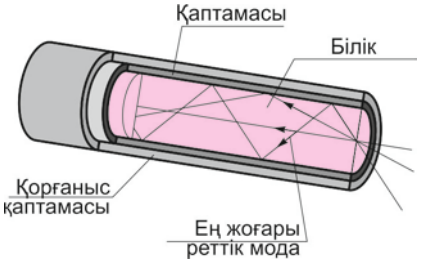
Радиоэлектрондық аппаратураны монтаждау кезінде кабельдердің келесі түрлері қолданылады:

- бақылау;
- арнайы;
- басқару мен байланыстыру;
- радиожиілікті.

Б а қ ы л а у кабельдерін екінші реттік коммутация тізбектерінде төмен вольтты басқару сигналдарын жеткізу үшін, сыртқы орта температурасы -50ден +50 °С дейін болғанда жиілігі 100 Гц дейін 660 В дейін айнымалы кернеулі немесе 1 000 В дейін тұрақты кернеулі электрлік таратушы қондырғылардағы аппараттар мен электрлік аспаптарды байланыстыру үшін қолданады.

Бұл кабельдерді қимасы 0,75—10 мм^2, саны 4-тен 61 дейін жететін, бір сымды мыс және алюминий тарамды етіп жасайды. Тоқ өткізгіш тарамдарды оқшаулайтын материал ретінде қызуға төзімділігі қалыпты және жоғары резеңкені, полиэтиленді, өзі сөнетін полиэтиленді, поливинилхлоридті пластикатты немесе фторопластты қолданады.

А р н а й ы кабельдерді (т а л ш ы қ т ы - о п т и к а л ы қ) талшықты-оптикалық тарату желілерінде қолданады.



13.1-сурет. Оптоталшықты кабельдің құрылымы

Бұл кабельдердің негізгі элементі таза кварц негізіндегі шыныдан жасалған оптикалық талшық болып табылады. Кабель құрылымы екі қабатты болып келеді, оның орталық бөлігінің (біліктің) жарықты сындыру көрсеткіші, қоспалаушы қосындылардың есебінен, сыртқы қабатқа – жарық шағылыстыратын қабықшаға қарағанда сәл көбірек (13.1-сурет).

Жарық ағынының бағытталған таралуы жарық сәулелерінің білік-қабықша бөлімінің шекарасынан бірнеше рет толық ішкі шағылысуының нәтижесінде болады. Біліктің диаметрі 50 мкм, ал қабықшанікі — 100—150 мкм. Оптоталшықты кабельдерде жарық шағылыстыратын кварц қабықшасының үстінде қорғаныш полимерлі қаптамасы болады.

Радиожиілікті кабельдер таратқыш және қабылдағыш антенналарды радио және теледидарлық станциялармен байланыстыруға, түрлі радиожиілікті қондырғылар үшін, 1 МГц артық жиілікте жұмыс істейтін радиотехникалық қондырғыларды аспапаралық және құрал ішіндегі монтаждау үшін қолданылады.

Радиожиілікті кабельдердің келесі түрлері шығарылады:

- Р К — радиожиілікті коаксиальді кабельдер;
- РД — радиожиілікті симметриялы кабельдер, екі тарамды немесе екі коаксиальді жұптан жасалады;
- РС — шыршық өткізгіштері бар радиожиілікті коаксиальді және симметриялы кабельдер. Радиожиілікті кабельдердің түрлері мен олардың параметрлері 13.4-кестеде берілген.

Сигнализация мен бұғаттамаға арналған кабельдер желілік телефон байланысы мен радиоландыруға қолданылатын, әдетте, бір жұпты арнайы кабельдің бір түрі болып табылады. Оның құрамына жоғары қысымды полиэтиленмен оқшауланған, бір сымды мыстан жасалған шеңбер пішінді екі тоқ өткізгіш тарам кіреді.

13.4-кесте. Радио монтаждау кабельдерінің маркалары, олардың сипаттамалары мен қолдану салалары

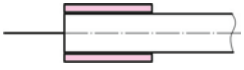
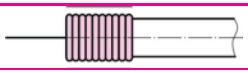
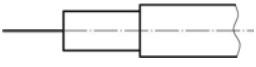
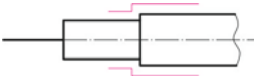
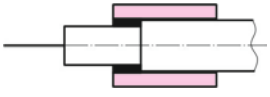
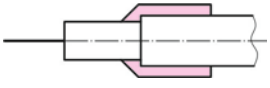
Кабель маркасы	Диаметр, мм		Кабель сипаттамасы мен қолдану саласы
	ішкі өткізгіштің	сыртқы	
РК 50-2-11	0,67	4 ±0,3	Тұтас полиэтиленді (ПЭ) оқшауланған мыс сыртқы және ішкі өткізгіштері бар және ПЭ қабықшадағы коаксиальді кабель
РК 50-2-13	0,67	4 ±0,3	Поливинилхлоридті (ПВХ) қабықшадағы, мыстан жасалған ішкі бір сымы мен сыртқы өткізгіштері бар коаксиальді кабель
РК 75-4-15АИ	0,72	7,3 ±0,4	Жеке қабылдаушы теледидарлық антенналарға арналған коаксиальді кабель
РК 75-4-16	0,78	7,3 ±0,4	Жеті сымды ішкі өткізгіші бар коаксиальді кабель
РК 75-9-12АК	1,2	10,3 ±0,6	Теледидарды бірлесіп қабылдау жүйелеріне арналған, бір сымды мыс тұтас ПЭ оқшауланған ішкі өткізгіші мен ПВХ қабықшадағы мыс сыртқы өткізгіші бар коаксиальді кабель

Кабельдердің бұл түріне әрбір ұзындық бірлігіне белгілі бір орамдар санымен өзара оралған және үстінен пластик қабықшамен қапталған, бір немесе одан да артық оқшауланған сымдар жұбы - оралған жұп жатады. Сымдарды орау бөгде сыртқы көздерден келетін электрмагниттік кедергілерді төмендетуге, сондай-ақ дифференциалдық сигналдарды жібергенде жұптар арасындағы өзара тартуды азайту үшін жасалады. Кабельдегі жеке жұптар арасындағы байланысты азайту үшін оралған жұпта сымдар өзара әр түрлі қадаммен оралады. Оралған жұп – заманауи кабель жүйелерінің негізгі компоненттерінің бірі. Оралған жұпты байланыстырғыштармен қосу қысу әдісі арқылы жасалады.

13.2. СЫМДАРДЫ МОНТАЖДАУ МЕН БЕКІТУ

Монтаждаудың алдында сымдарды ажыратады – тоқ өткізгіш тарамдарды оларды монтаж бөлшектеріне немесе өзара қосуға дайындайды. Сымдарды ажырату ережелері МЕМСТ 23587 — 96 көрсетілген. Сымдарды монтажға дайындау үшін оларды екі жолмен ажыратады — сатылы және сатысыз (13.5-кесте).

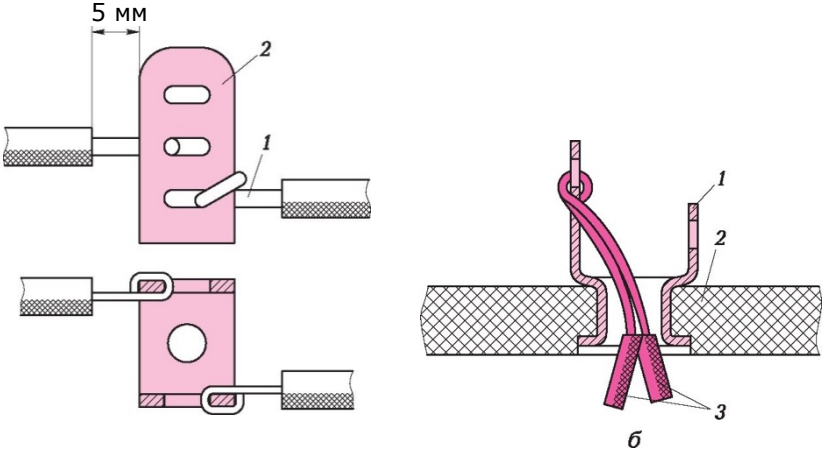
13.5-кесте. Сымдарды ажырату жолдары

Нұсқа	Жеңілдетілген көрініс	Оқшаулама мен қорғаныш қаптамасын бекіту жолы
Оқшаулама шетін бекіту арқылы сатысыз әдіс		
1.1		Бекітусіз
1.2		Желіммен
1.3		Желімдегі электр оқшаулағыш түтікпен
1.4		Жылудан отыратын түтікпен
1.5		Желіммен қапталған жіптерден жасалған бандажбен
Сатылы әдіс		
2.1		Бекітусіз
2.2		Желіммен
2.3		Желімдегі электр оқшаулағыш түтікпен
2.4		Жылудан отыратын түтікпен

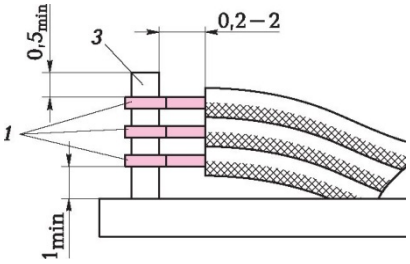
Нұсқа	Жеңілдетілген көрініс	Оқшаулама мен қорғаныш қаптамасын бекіту жолы
2.5		Желіммен қапталған жіптерден жасалған бандажбен
2.6		Желіммен қапталған жіптерден жасалған бандажбен

Сымдарды ажыратудың сатылы жолын талшықты қорғаныш қабаты бар сымдар үшін қолданады. Оқшауламаны алып тастағаннан кейін көп сымды тарам зауыттық орам бағытында бұралуы керек. Әдетте сағат тілінің бағыты бойынша бұралады. Сым-тарамның оқшауланбаған бөлігі қалайылану керек. Оқшауламаның күю мүмкіндігінің алдын алу үшін оған күюге қарсы паста жағады.

Сымның платасына түйіспелі бөлшектерді бекітеді. Түйіспелі бөлшектердің үлгілері 13.2-суретте көрсетілген. Түйіспенің жапырақшасын платадағы тесіктің ішіне айналдырады, ал сымды тесікке «құлып» түрінде бекітеді.



13.2-сурет. Сымдарды түйіспелі бөлшекке бекіту әдісі:
а — түйіспелі бөлшек *1* — сым; *2* — тегіс пішін; *б* — сымдарды тесікке бекіту: *1* — тегіс пішін; *2* — плата; *3* — сымдар



13.3-сурет. Сымдарды дөңгелек қадауышты байланыстыру:
1 — сымдар; ***2*** — негізі; ***3*** — бекіту қадасы

Дөңгелек ұштықты пайдаланған жағдайда оған бірнеше сымдарды, бірінің үстіне бірін қойып бекітеді (13.3-сурет).

Түйіспелі бөлшекке бекітілген сымның тарамы оны мықтап қоршауы керек, түйіспе бөлшек иілмеу керек. Қимасы 0,35 мм артық сымды түйіспе бөлшекке ¾ айналыммен, ал қимасы 0,35 мм кем болған жағдайда толық айналыммен бекітеді. Сымның оқшауланбаған бөлігінің ұзындығы оқшаулама шетінен 0,22-ден 2 мм дейін, ал полиэтиленді оқшауламасы бар сымдар үшін 0,5-тен 3 мм дейін болу керек.

Егер түйіспелі бөлшек тесік түрінде жасалған болса, онда тесікке бекітілген сымдардың саны төрттен аспау керек. Түйіспелі бөлшекке біреуден астам сымдарды бекіткен кезде сымдардың әрқайсысы жеке бекітіледі. Монтаждың тығыздығы үлкен болған кезде сымды құрылғы элементтерін бекітуге арналған тесікке орнатуға болады.

13.4-сурет. Оқшауламаны шешуге арналған тістеуік

13.5-сурет. Оқшауламаны шешуге арналған термо тістеуік («күйдіргіш»)

Сымдарды реле шықпаларына бекіткен кезде олардың жапырақшаларына оқшауланған түтіктерді кигізеді, егер түйіспелер арасындағы қашықтық 2 мм артық болса, түтіктерді қолданбайды, ал дәнекерленген түйіспелерді лакпен оқшаулайды. Сымдарды қозғалтқыштарға бекіткен кезде ұзындығы 15 мм кем емес оқшаулағыш жылудан отыратын түтікшелер қолданады.

Сымдарды арнайы аспаппен ажыратады. Бұл аспаптың (13.4-сурет) өздігінен бапталу функциялары бар және ол диаметрі 0,5-тен 6 мм дейін сымдардан оқшауламаны қауіпсіз шешуге мүмкіндік береді.

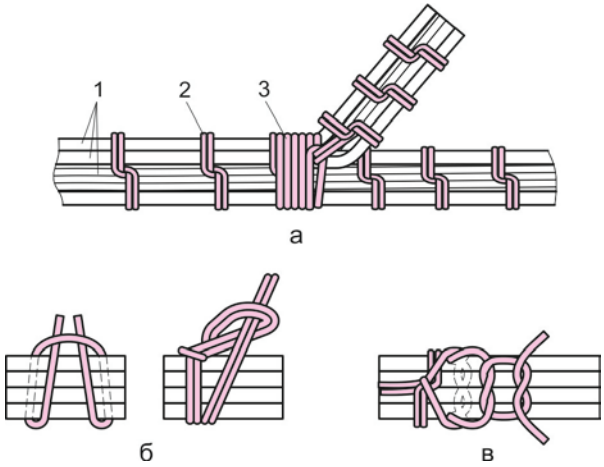
Полихлорвинилинді оқшауламадағы жұқа сымдарды ажырату үшін «күйдіргіш» деп аталатын термо тістеуіктерді (13.5-сурет) қолданады, оларды желіге дәнекерлегіш құрал секілді қосады.

Пішіні мен жуандығы әр түрлі оқшауламаларды шеші үшін монтаждық пышақтар жинағын қолданады.

13.3. СЫМДАРДЫ СЫМДЫҒЫПЕН БАЙЛАНЫСТЫРУ

Сымдарды сымдығыпен байланыстыру технологиясын бір-бірінен едәуір алыс орналасқан бөлшектерді байланыстыру, басқару платаларын радиоэлектрондық құралдардың қозғалмалы бөлшектеріне қосу, сондай-ақ блоктар мен модульдердің өзара электрлік байланысын орнату керек болған жағдайда қолданады.

Сымдығы деп бір бумаға жіппен, лентамен немесе қандай да бір өзге жолмен біріктірілген, екі немесе одан артық оқшауланған сымдар құрылымы аталады. Бумаға біріктіру операциясы сымдығыты байлау деп аталады. Сымдығыты байлауды жіптерден жасалған бандаждан немесе электр оқшаулағыш материалдан жасалған тартпа лентаның көмегімен жасауға болады. Байлауға материал ретінде мақта-қағаз материалдарды қолданған кезде оларғы антисептик пен

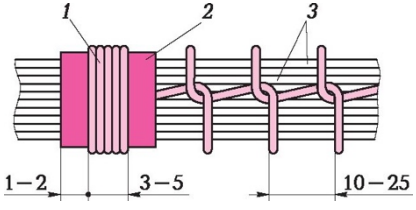


13.6-сурет. Сымдығыты жіптің көмегімен байлау әдісі:

а — сымдығы: *1* — сымдар; *2* — жіптер; *3* — ілмек (бандаж); *б* — ілмектерді байлау; *в* — бойлық-көлденең байлау

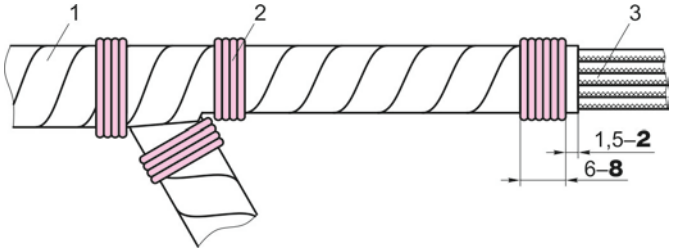
церезин сіңіреді. Полиэтиленді және фторопластты оқшауламасы бар сымдарды байлау кезінде оларды жіппен байлауға болмайды, бұл жағдайда электр оқшаулағыш материалдан жасалған қабықшаны қолданады. Егер сымдығы құрылымның иілетін жерлерінен өтсе, онда оны электр оқшаулағыш материалмен орайды.

Сымдығыты байлауды бастамастан бұрын шасси өлшемдерін толығымен қайталайтын, сымдарды құрылғыларға қосу орындары көрсетілген, қандай да бір қатты негізде үлгі жасайды. Сымдығытың ұзындығы мен жуандығы бойынша сымдарды тек үлгі бойынша, ең қысқа ұзындық пен қиылысулардың жоқтығын ескере отырып таңдайды. Сымдықтың иілу бұрышы 90° аспау керек.



13.7-сурет. Сымдықты электр оқшаулағыш материал арқылы байлау:

1 — бандаж; ***2*** — лента; ***3*** — сымдар



13.8-сурет. Сымдықтарды тармақтармен байлау:
1 — лента (қабықша); ***2*** — жіптен жасалған бандаж; ***3*** — сымдардың сымдығы

Диаметрлері ір түрлі сымдардан сымдық жасаған кезде диаметрі ең аз сымдар ортасына салыну керек. 13.6-суретте сымдықты жіптердің көмегімен байлау әдісі көрсетілген.

Сымдықтарды электр оқшаулағыш ленталардың көмегімен 13.7-суретте көрсетілгендей байлайды.

Лента (немесе қабықша) ***1*** (13.8-сурет) тармақтар мен сымдықтан шығатын сымдарды 3 бекітеді. Жабысқақ қабаты жоқ лента (немесе қабықша) үш-бес орам сайын тармақталу жерлерінде желімделеді. Сымдық орамының басы мен аяғын желіммен немесе жіптерден жасалған бандажбен ***2*** бекітеді.

Аппаратура ішінде сымдық шассиге қамыттардың көмегімен әр 50 мм сайын бекітіледі. Ірі сериялы өндіріс кезінде сымдықтарды байлауды арнайы полуавтоматты қатарларда өндіреді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Сымдарды өндіруге қолданылатын материалдарды, олардың қасиеттері мен сипаттамаларын атаңыз.
2. Сіз монтаждық және орамдық сымдардың қандай түрлерін білесіз? Олардың сипаттамалары мен міндеттерін атаңыз.
3. Монтаждық сымдарды монтажға дайындау технологиясының мәні неде?
4. Сымдықтарды байлау технологиясының ерекшеліктері неде?
5. Сигналдық кабельдердің түрлерін атаңыз. Олардың қасиеттері қандай?

V тарау

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫ МОНТАЖДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

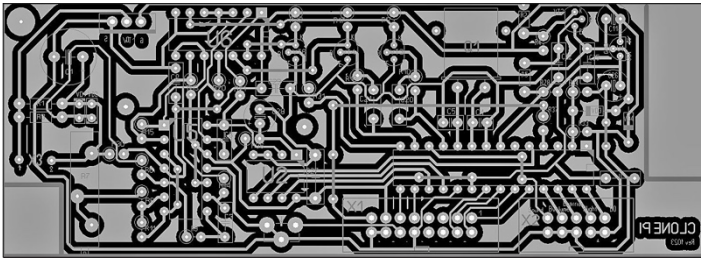
14-бөлім
БАСПА ПЛАТАЛАРЫ

14.1. БАСПА ПЛАТАЛАРЫНЫҢ ЖІКТЕЛУІ

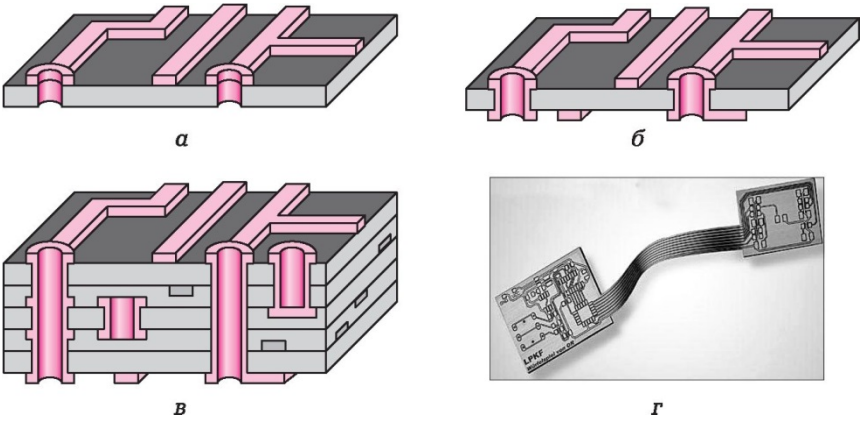
Плата — бұл үстінде схема элементтерін орнату мен оларды өзара байланыстыруға арналған түйіспелі аймақтармен аяқталатын тоқ өткізгіш металл жолдардың суреті салынған, диэлектрлік материалдан жасалған, электрондық құрылғының негізі. Баспа платасы туралы түсінікті 14.1-сурет бойынша алуға болады: платада ақ нүктелермен электрондық элементтерді орнатуға арналған тесіктерді бұрғылау орындары көрсетілген.

Баспа платаларын құрылымы мен қолдану саласы бойынша келесідей жіктейді:

- біржақты;



14.1-сурет. Баспа платасының сыртқы түрі



14.2-сурет. Баспа платаларының түрлері:
а —біржақты; *б* — екіжақты; *в* — көпқабатты; *г* — иілгіш

- екіжақты;
- көпқабатты;
- иілгіш.

Біржақты баспа платалары (14.2, а сурет) шығарылатын платалардың едәуір бөлігін құрайды. Бұл платалардың тқізгіштік қабатын диэлектрлік негіздің бір жағында жасайды.

Платаның типтік параметрлері келесідей:

- дайындаманың ең үлкен өлшемдері — 400 х 330 мм;
- тесіктің ең кіші диаметрі — 0,6 мм;
- өткізгіштің ең кіші еңі — 0,15 мм;
- өткізгіштер арасындағы ең кіші саңылау — 0,15 мм;
- қақтаманың жуандығы — 36 мкм;
- платаның жуандығы — 0,4— 1,6 мм.

Екіжақты баспа платаларында (14.2, ***б*** сурет**)** 0,25/0,25 мм, 0,2/0,2 мм және 0,15/0,15 мм құрайтын өткізгіш/саңылау қатынасы әр түрлі болады. Бұл платаларды тесікті монтаждауға да, беттік монтажға да қолданады. Жеке жағдайларда екіжақты платалардың өткізгіштеріне алтын қаптама жасайды, ал тесіктерді металдандыру үшін күмісті қолданады. Мұндай платаларда өткізгіштердің суреттері диэлектрлік негіздің екі жағынан жасалады.

Екіжақты платалардың типтік параметрлері:

- тесіктің ең кіші диаметрі — 0,4 — 0,6 мм;
- дайындаманың ең үлкен өлшемдері — 300 х 250 — 500 х 500 мм;
- өткізгіштің ең кіші еңі — 0,15 мм;
- ең кіші саңылау — 0,15 мм;
- плата жуандығы — 0,4 — 2 мм;
- фольға жуандығы — 18 — 36 мкм.

Көпқабатты баспа платалары (КБП) (14.2, ***в*** сурет***)*** өздерінің құрылысы бойынша екіжақты платалардың едәуір күрделірек. Олардың құрамына қосымша ішкі экрандық қабаттар (жер мен қорек), сондай-ақ бірнеше сигналды қабаттар кіреді. Көпқабатты баспа платаларын жасау үшін екі жағынан фольгамен ламинатталған бірнеше диэлектриктерді өзара қосу жүзеге асырылады. Олардың берік қосылысы үшін желімдейтін төсемдер – препрегаларды қолданады.

Препрегалар — бұл қабаттар арасына орнатылатын және тығыздау немесе қалыптау кезінде жабысатын құрылымдық жартылай фабрикаттар.

КБП қабаттарының арасындағы коммутацияны қамтамасыз ету үшін қабатаралық өтпелер мен микроөтпелер қолданылады. Қабатаралық өтпелер тесіктерді металдандыру есебінен сыртқы қабаттарды өзара және ішкі қабаттармен байланыстыратын өтпелі тесіктер түрінде жасалуы мүмкін.

Ескертпе. Тесіктерді әдетте көпайналдырғылы тіреуіштерде 40 — 60 мың айн/мин айналу жиілігмен және сандық бағдарламалық басқарумен (СББ) бұрғылап теседі. Одан кейін электр химиялық жолмен тесіктерді металдандыруды жүргізеді.

Иілгіш баспа платаларды (14.2, г сурет) электрондық құрылғылардың екі схемалардың иілгіш қозғалысы қажет жерлерінде қосылыс ретінде қолданады. Мысалы, ноутбуктың аналық тақтасының экранмен байланысы. Микросхемаларды иілгіш негізге орналастырады, олар интерфейстегі сигналдарды толық өңдеуге қатысады.

Иілгіш баспа платалары үшін негіз ретінде полиамидті және полистирольді қабықшаларды қолданады. Түйіспелі аймақтар мен өткізгіштердің соңғы қаптамасы үшін никель немесе алюминийді қолданады. Иілгіш платалардың негіздерінде беттік монтаждау әдісімен қабықшалы интегралды корпуссыз микросхемаларды орналастырып, шықпаларды пісіргеннен кейін компаундпен құяды.

Иілгіш баспа платаларының параметрлері келесідей:

- өлшемдері — 500 х 500 мм;
- қабаттар саны — 1 — 6;
- мыс фольганың жуандығы — 18, 35 немесе 70 мкм.

14.2. БАСПА ПЛАТАЛАРЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІНЕ АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Баспа платаларының негізі ретінде жылуға төзімді, механикалық және электрлік берік, иілгіш, тұрақты жіне айнымалы тоқтағы шығындары аз, жанғыш емес, беттік кедергісі жоғары және т.б. диэлектрлік материал қолданылады.

14.1-кестеде баспа платаларының негіздерінің қасиеттері мен құрамы келтірілген.

14.1-кесте. РЭА өндірісінде қабылданған баспа платаларының негіздерінің түрлері

Категория	Платалардың сипаттамалары	Түсініктемелер
FR*-1, FR-2	Құрамы: қағаз, фенолды композиция. Қасиеттері: ылғал тартқыштықтың жоғары коэффициенті	Электрлік беріктігі жоғары емес. Тұрмыстық техника өндірісінде қолданылады
FR-3	Құрамы: қағаз, эпоксидті композиция. Қасиеттері: жоғары механикалық және электрлік сипаттамалар	Усыз заттар, сапасы бойынша FR2 сәйкес келеді
FR-4, FR-5	Құрамы: фольгаланған эпоксидті шыны текстолит. Қасиеттері: жоғары температурадағы жоғары беріктігі, жанудың болмауы	Өндірістік дәлдігі жоғары жабдықтарды жасауға қолданады
G10	Құрамы: шынымата, эпоксидті композиция. Қасиеттері: жоғары оқшаулағыш қасиеттері, беріктік, ылғал тартқыштықтың төмен коэффициенті	Мобильді құрылғылар мен микроплаталар үшін қолданады

Категория	Платалардың сипаттамалары	Түсініктеме
G11	Құрамы: шынымата, эпоксидті композиция. Қасиеттері: жоғары температураларда иілуге жоғары төзімділігі, жоғары ерітінділерге қарсыласу	ЭЕМ мен сандық техника құрылыстарындағы көпқабатты платалар үшін

* *FR* (flame resistant) индексі жоғары жануға төзімділікті білдіреді; *G* — арнайы сипаттамалары бар платалар үшін арналған негіз.

Индексі FR-1 материалдың жанғыштық ең үлкен, ал FR-5 ең аз болады. Индекстері G10 және G11 материалдар шыныматаны қолданып, жоғары электр оқшаулағыш параметрлер кезінде иілуге беріктік береді.

Оларды дайындау технологиясы – диэлектрик қабаттарын ыстық және суық тығыздау (FR-1 үшін).

Негіздер үшін базалық диэлектриктер ретінде гетинакс, текстолит пен шынытекстолит қолданылады.

Гетинакс — фенолфермадегидті немесе эпоксидті шайыр негізінде жасалған термобелсенді байланыстырушы зат сіңген қағазды ыстық тығыздау әдісімен алынған электртехникалық, жапырақт, қабатты материал. Рұқсат етілген жұмыс температурасы -65-тен +120 °С дейін, жуандығы 0,4-тен 50 мм дейін. Қабаттар бойымен жоғары электрлік беріктігі мен диэлектрлік шығындар бұрышының төмен тангенсіне ие.

Текстолит — бакелитті лак сіңген, тығыздалған мақта-қағаз мата. Текстолит жуандығы 0,5-тен 50 мм дейін жапырақтар және диаметрі 8 -ден 60 мм дейін өзекшелер түрінде шығарылады. Трансформаторлық майларда -65-тен +105 °С дейін температураларда қолданыла алады. Электрлік беріктігі 1 ммге 15 кВ дейін жетеді.

Шынытекстолит біріктірілген эпоксидті және фенолформальдегидті шайырлардың негізінде жасалған термобелсенді байланыстырушы зат сіңген шыныматаларды ыстық тығыздау әдісімен алынған қабатты материал болып табылады. Серпімді, тозуға төзімді, қабатты пластик. Шынытекстолиттік жуандығы 1,5-тен 50 мм дейін пластиналар етіп жасайды. Шектік рұқсат етілген температура -60тан +105 °С дейін. 260 °С температурадағы балқытылғын дәнекердің әсеріне төзімділік ұзақтығы 30 с кем емес.

14.3. БАСПА ПЛАТАЛАРЫН ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

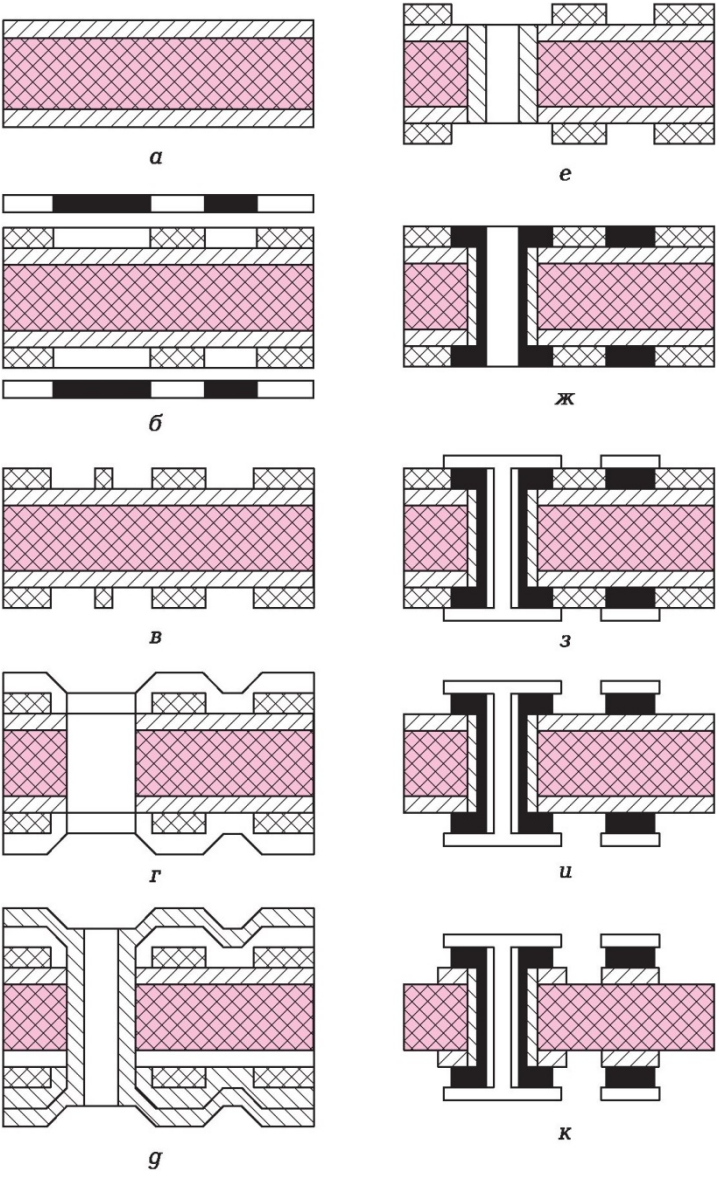
Баспа платасының өндірісіндегі бірінші кезең оны құрастыру мен қосылыстардың жолдарын P-CAD интегралдық бағдарламалық ортасында тарту болып табылады, онда схеманың барлық қажетті сызбаларын құрастырып, сондай-ақ жартылай өткізгіштің әрбір қабатын салып шығады [16]. Құрылымдық сызбалардан фотоүлгілер жасалады, олар шыныдан, металдан және өзге материалдардан жасалған, ультракүлгенге арналған мөлдір (позитив) және күңгірт (негатив) бөліктері бар, болашақ платаның өткізгіштерінің суретін қайталайтын тегіс платина болып табылады. Фотоүлгінің көмегімен баспа платасының негізінде сурет құрастырылады. Бұл үдеріс трафарет арқылы бояу түсіруге ұқсайды, бірақ қылқаламның орнына ультракүлгін сәуле қолданылады.

Баспа платаларының негізінде өткізгіш суретті алу үшін негізгі үш технология түрлері қолданылады:

- фотохимиялық;
- субтрактивті;
- аддитивті.

Фотохимиялық технология кезінде FR1-5 және G10-11 типтерінің фольгаланған негіздерін қолданады. Бұл кездегі дайындау кезеңдері келесідей: фотолитография, мыс фольганы өңдеу, бұрғылау, бетті қорғау мен дәнекерлеуге дайындау. Платаны дайындау үдерісі фотоүлдірді таныту үдерісіне ұқсас (14.3-сурет). Платаның негізіне фоторезист – жарыққа әрекет ететін және оның әсерінен ыдырайтын (позитивті) немесе қататын (негативті), ал мыстың улайтын құрамына төзімді затты себу әдісімен түсіріледі. Фоторезистқа үлгі салынып, оны жарықтандырады (экспозициялайды). Жарықтандыру орындарында позитивті фоторезистті қолданған кезде ол сілтінің көмегімен кетіріледі. Пайда болған саңылаудағы мыс күйдірмеленеді. Сөйтіп, фоторезисттің жарықтандырылмаған қабатының астында өткізгіштер қабаты пайда болады. Фоторезист алынып, плата пайдалануға дайын болады.

Біржақты фольгаланған негіздегі платаларды фотохимиялық дайындау технологиясының баламасы өткізгіш қабатты СББ бар екі координаталы фрезер білдектерінде мыс фольгада фрезерлеу болып табылады. Бұл әдіс жеке дара тәжірибелі өндірісте плата прототиптерін дайындаған кезде аса тиімді.



14.3-сурет. Баспа платаларында өткізгіштерді құрастыру кезеңдері:
а — фольгаланған диэлектриктен жасалған дайындама; ***б*** — фоторезистті түсіру мен фотоүлгі арқылы экспозициялау; ***в*** — қорғаныш бедерді таныту; ***г*** — қорғаныш қабатты түсіру мен тесіктерді бұрғылау; ***д*** — химиялық мысқа айналу; ***е*** — қорғаныш қабатын алып тастау; ***ж*** — мысты гальвандық тұндыру; ***з*** — қорғаныш қаптамасын гальваникалық жалату; ***и*** — фоторезистті алу; ***к*** — фольганы күйдірмелеу

Субтрактивті технология бойынша баспа платаларының суреті мысты диэлектриктің бетіне фоторезисттің немесе металлрезисттің қабатында фотолитографиямен құралған саңылаулар арқылы гальваникалық тұндыру арқылы алынады. Фоторезистте терезелерді жасау кезеңінде субтрактивті технология фотохимиялықты қайталайды: тек соңғы кезеңде ғана мысты күйдірмелемей, тұндырады.

Өткізгіштері мен бекітпелердің ені 50—100 және өткізгіштерінің жуандығы 30 — 50 мкм баспа платаларын жасау үшін ***аддитивті электрхимиялық технологияны*** қолданады. Платаның негізі ретінде фольгаланбаған диэлектрик алынады. Бұл кезде біржақты платалар мен өтпелі саңылаусыз платаларды қалыптау немесе тасымалдау әдісімен құрастырады.

Қалыптау кезінде өткізгіштердің металл мыс «кесіндісі» диэлектрикке басылып, қысым астында бұл «бәліш» қызып, диэлектриктің адгезинді қабатының полимерленуі болады, яғни металл «кесіндіден» негізге тасымалданады. Бұл технологияны едәуір қарапайым схемаларды массалық өндіру кезінде қолданады.

Тасымалдау әдісінің мәні уақытша металл негізде өткізгіштердің суретін құрастырылуында (негіз ретінде коррозияға төзімді болаттан жасалған пластинаны қолданады). Мыс өткізгіштерді болат негізге оны қышқыл электролиттерде мысқа айналдыру арқылы түсіреді. Мұндай жолмен алынған үлгіні диэлектрик негізге басып қыздырады. Өткізгіш сурет болаттан ажыратылып, диэлектрикке жабыстырылады. Үдеріс балалардың тасымалдау суреттерін қолдануға ұқсас.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Баспа платаларының түрлерін атаңыз. Олардың айырмашылығы неде және оларды қандай салаларда қолданады?
2. Баспа платаларын алудың фотохимиялық технологиясын сипаттаңыз.
3. Баспа платасының негізін субтрактивті әдіспен дайындаудың ерекшелігі неде?
4. Қандай жағдайларда баспа платасын дайындау үшін аддитивті электрхимиялық технология қолданылады?
5. Көпқабатты баспа платалары не болып саналады? Олардың технологиясының ерекшеліктері мен қолданылуын атаңыз.

15-бөлім

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ ТҮЙІНДЕРДІ МОНТАЖДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

15.1. ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

Электрондық аспаптар мен құрылғыларды монтаждауға жұмысқа қабілетті электрондық схема жасау мақсатымен, қандай да бір негізде немесе баспа платасына бекітілген радиоэлектрондық элементтер арасында электрлік байланыс орнату үдерістері кіреді. Өндіріс әдісіне қарамастан, соңғы нәтиже біреу болу керек — аспапқа немесе құрылғыға кіретін элементтердің сапалы және берік қосылысы (механикалық төзімділік пен берік электрлік байланыс).

Қойылған мақсатқа жетудің негізін құрайтын факторлар келесідей:

- қолданылатын технологиялық материалдар мен жабдықтар;
- түйіндер мен компоненттердің сапасы;
- өндіріс мәдениеті (өндірушінің техникалық талаптар мен өндірістік санитария ережелерін сақтауы).

Монтаждың негізгі үш түрін қарастырайық: аспалы, беттік және аралас.

15.2. АСПАЛЫ МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аспалы монтаждау, немесе тесіктерге монтаждау, технологиясы (сондай-ақ көлемдік немесе қадауышты монтаждау ұғымдары қолданылады) қазіргі технологиялық үдерістердің даму жолының басында тұрған. Тесіктерге монтажау технологиясы, атауына сәйкес, компоненттерді баспа платасының өтпелі тесіктеріне орнату мен оларды түйіспелі аймақтарға, тесіктің ішкі металданған бетіне, жалғағыштардың жапырақтарына, клеммаларға немесе түйіспелі топтарға ажыратылатын немесе ажыратылмайтын жолдармен қосу болып табылады.

Тесіктерге монтаждаудың технологиялық үдерісі келесі кезеңдерден тұрады:

- электрондық компоненттердің шықпаларын дайындау;
- компоненттерді орнату;
- дәнекерлеу;
- жуу.

Электрондық компоненттердің шықпаларын дайындау кезінде формаға құю мен тузету операциялары келесідей мақсатпен жасалады:

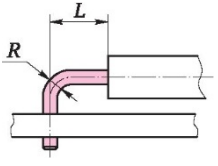
- шықпаларды түзету;
- шықпалар арасында қажетті монтаждық қашықтықты қамтамасыз ету үшін;
- плата мен компонент арасындағы саңылауды сақтау үшін;
- компоненттерді орнатылған жеріне бекіту үшін.

Дөңгелек және ленталық шықпаларды формаға құюды қолмен монтаждау аспабының немесе арнайы жартылай автоматты құрылғылардың көмегімен олардың корпусқа бекітілген жерлеріне механикалық жүктемені болдырмайтын етіп жасайды. Шықпаларды формаға құйған кезде олардың механикалық зақымдалуына, қорғаныш қабығының бұзылуына, шықпа мен корпустың қосылған жерлердің иілуіне, оське қатысты бұрылуына, шыны оқшаулағыштар мен пластмасса корпустардың шытынауына, шықпаның диаметрінен, енінен не жуандығынан 10 % артық жуандатылған жерлердің деформациялануына жол беруге болмайды.

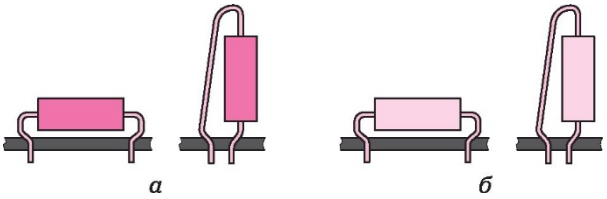
Негізгі шектеулер (15.1-сурет) электрондық компоненттің корпусынан шықпаның иілу осіне дейінгі көлем (L) мен иілімнің ішкі радиусына (R) салынады. ***L*** ең аз шамасы радиоэлементтің түріне, ал ***R*** радиусы шықпаның диаметріне байланысты.

Элемент корпусынан иілімнің радиусының ортасына дейінгі L қашықтығы, мм, кем емес:

- жартылай өткізгіш құрылғылар үшін — 2;
- шықпаның диаметрі (жуандығы) қоса алғанда 1 мм дейінгі резисторлар мен конденсаторлар үшін — 1;



15.1-сурет. Элементтердің шықпаларын формаға құю



15.2-сурет. Платада электрондық компоненттерді орнату мен бекіту: ***а*** — БП мен компонент арасына саңылау жасау арқылы (тіреуші зиг); ***б*** — өзін-өзі бекітумен (құлып)

- шықпалардың диаметрі (жуандығы) артық резисторлар мен конденсаторлар үшін 1,5;
- дроссельдер үшін — 5.

Иілу радиусы R, мм, кем емес:

- шықпаның диаметрі (жуандығы) қоса алғанда 0,5 мм кем — 0,5;
- 0,5-тен 1 мм қоса алғанда — 1;
- шықпа диаметрі (жуандығы) 1 -ден 1,5 мм қоса алғанда — 1,5;
- шықпа диаметрі (жуандығы) 1,5 мм артық болғанда — шықпаның 1 — 1,5 диаметрі.

Қуаты орта және үлкен транзисторлар мен диодтардың қатты шықпаларының (жапырақтарының) иілуі рұқсат етілмейді, өйткені бұл шыны оқшаулағыштардың шытынауы мен корпустың бүтіндігінің бұзылуына әкелу мүмкін. Егер дәнекерлеу кезінде қосымша жылуды әкету шаралары қолданылмаған болса, корпустан дәнекерлеу жеріне дейінгі қашықтық 2,5 мм кем болмау керек.

Элементтерді платадағы тесіктерге орнату мен бекіту үшін бірнеше әдістер қолданылады. Тесіктегі саңылау мен бекіту әдетте компоненттердің шықпаларына сәйкес «тірек зиг» деп аталатын иілім пішінін беру арқылы (15.2, а сурет), немесе топтық дәнекерлеу алдында, баспа платасына (БП) электрондық компоненттерді өздігінен бекіту, саңылауға кіретін шықпа бөлігін ерекше бүгілген түрі, «құлыппен» қамтамасыз етіледі (15.2, б сурет). Зиг пен құлыпты бір уақытта жасау «зиг-құлып» деп аталады.

Одан басқа, бекіту жасалына алады:

- бұрандалармен және бұрама шегелермен;
- серіппелі шықпалармен;
- желімге қою арқылы (желім бөлме температурасында полимерленеді, бұл кезде шыны корпус үшін корпустың адгезинмен жанасатын бөлігіне түтік кигізу керек болады.

Одан басқа, ауыр компоненттерді бекіту үшін жеткілікті желімденетін нүктелер санын қамтамасыз ету керек);

- шықпаларды дәнекерлеу арқылы (қолмен монтаждау кезінде қолданылады, мысалы жалғағыштың диагональ орналасқан екі шықпаларын дәнекерлеу).

Ауыр элементтер, мысалы трансформаторлар мен механикалық әрекеттерге тап болған элементтер (тумблерлер, потенциометрлер, өзгертпелі конденсаторлар) және конденсаторлардың кейбір түрлерін арнайы ұстағыштар «себетшелердің» көмегімен орнатады. Мұндай ұстағыштар сәйкес элементтердің платаға нық механикалық бекітілуін қамтамасыз етеді және шықпалардың механикалық жүктемелердің әсерінен үзіліп, сынып қалуының алдын алады.

Компоненттерді орнату үдерісінің өзін автоматтандырылған жұмыс орындарында (АЖО) арнайы монтаждау автоматтарын қолдану арқылы немесе қолмен жасайды.

Орындайтын функциялары бойынша ерекшеленетін, автоматтандырылған жабдықтардың екі негізгі түрі бар:

- монтаждық автоматтар, олар қадауышты шықпаларды платадағы тесіктерге қойып, оларды БП артқы жағында сәйкес монтаждық, ию және кесу бастиектерінің көмегімен қию мен бүгуді жүзеге асырады;
- секвенсорлар — орнатылатын электрондық компоненттердің реттілігін құрайтын, яғни түрлі өлшемді элементтер монтаждау реті бойынша кезек-кезекпен желімделген бағдарламалық таспаны дайындайтын автоматтар.

Автоматтарды жабдықтандыру үшін жүктеу құрылғыларын (қоректендірушілерді) қолданады:

- радиал және осьтік шықпалары бар электрондық компоненттерге (ЭК) арналған таспалық – таспаға желімделген электрондық элементтерді қадаммен беруге арналған; таспа белдекке немесе «дүкен»-қорапшаға қапталған болуы мүмкін;
- DIP-корпустағы интегралдық сұлбаларға, күрделі пішінді, көлбеу транспорттық лотогы бар немесе көлденең (құрылымдық ерекшеліктері – массасы, корпус пішіні немесе шығып тұратын үшкір шықпалары үшін көлбеу лоток бойынша еркін сырғанамайтын ЭК үшін), компоненттерге арналған түтікшелі үнтаспалардан жасалған;
- ұстап алудың алдында бірдей бағдарлау мүмкіндігі бар ұсақ тау жыныстарынан жасалған түрлі компоненттерді беруге арналған дірілшанапты;

Тесіктерге монтаждау технологиясы кезінде көбінесе дәнекерлеудің келесі екі түру қолданылады: толқынмен және іріктемелі дәнекерлеу.

Дәнекер толқынымын дәнекерлеу - өндірістік дәнекерлеудің ең кең таралған түрі. Ол қадауышты компоненттер негізінде жасалған бұйымдарға да, платада бір уақытты шықпалы және SMD-компоненттерді құрастырғандағы аралас монтаждау кезінде де қолданылады. Дәнекерлеу барысында платаны конвейерге орнатады. Плата дәнекерлік қондырғының бірнеше жұмыс аймақтарын кезекпен өтеді: флюстеу, алдын ала қыздыру, дәнекерлеу, жалғағыштарды шешу. Дәнекерлеу үдерісіне ерекше әсер етеді:

- конвейердің көлбеулену бұрышы;
- конвейердің қозғалу жылдамдығы;
- қолданылатын флюстің түрі мен оның тығыздығы;
- флюс қабатының жуандығы мен оны түсірудің бірқалыптылығы;
- алдын ала қыздыру температурасы мен жылдамдығы;
- қолданылатын дәнекер түрі мен оның тазалық деңгейі (қоспалардың болмауы);
- дәнекер температурасы;
- дәнекер толқынының пішіні, биіктігі және бірқалыптылығы;
- дәнекерлеу кезіндегі атмосфера параметрлері (температура мен салыстырмалы ауа ылғалдылығы) мен оның тазалық деңгейі.

Флюс дәнекерленетін беттерден оксидті қабықшаларды кетіреді, дәнекердің жұғу қабілетін жақсартады және қосылатын беттердің дәнекерлеуге дейін тотығуының алдын алады. Сулық және шайырлық негіздегі, соның ішінде жууды қажет етпейтін флюстер, сондай-ақ сумен кетірілетін флюстер де қолданылады. Флюстеуді екі әдістің біреуімен орындайды: себу немесе көбіктендіргіш арқылы.

Ф л ю с т і с е б у айналмалы тор барабанның көмегімен жасалады, бұл кезде тор арқылы өткізіліп сығылған ауа ағыны сұйық флюстің ұсақ дисперті ағысын тудырады. Түсірілетін флюстің қабаты бірқалыпты және оның құрғақ жағдайдағы жуандығы 1 —10 мкм болу керек.

Көбікті флюстеуді сүзгіш элементтердің – шағын диаметрлі көпіршіктерден тұратын біркелкі көбікті құрайтын, диаметрі шамамен 3 — 35 мкм түтікшелі сүзгілердің көмегімен жасайды. Көбік платаға шүмек арқылы бағытталады. Көпіршіктер жарылып, флюсті баспа платаларының төменгі беті бойынша шашыратады.

Флюстеу аймағы артық флюсті БП бетінен кетіруге қызмет ететін «ауа пышағы» құрылғысымен шектеледі. Конвекциялық жүйелерді қолдану арқылы алдын ала қыздыру плата мен электрондық компоненттердің ыстық дәнекер толқынымен жанасуының нәтижесінде жылулық соққы алуының алдын алу үшін, сондай-ақ флюсті кептіру (еріткішті кетіру) мен белсендіру үшін қолданылады.

Плата орнатылған компонеттерімен дәнекерлеу аймағына кіргізіледі, мұнда ваннада сорғыны қолдану арқылы балқытылған дәнекер толқынын жасайды. Платаларды конвейердің, әдетте титаннан жасалған, саусақтарына (жапырақтарына) орнатады немесе паллетке – құйғыштары бар механикалық негіздерге бекітеді. Конвейердің БПнық толқынға қатысты 5 — 9° тең көлбеулену бұрышы мен қозғалыс жылдамдығын (0 — 2 м/мин) реттеуге мүмкіндігі бар, бұл дәнекердің артық қалған мөлшерінің ағып кетуін қамтамасыз ету үшін маңызды. Қысып толтырылатын ауа ағыны арқылы симметриялы емес О-тәрізді толқын жасалады. Дәнекер толқының пішіні қолданылатын жабдық үлгісіне байланысты әрт үрлі болуы мүмкін.

Алдын ала қыздыру аймағы секілді дәнекерлеу аймағы да артық дәнекерді кетіретін және жалғағыштарды бұзатын «ауа пышағымен» шектеледі. Толқынмен дәнекерлеуді дәнекердің тотығуын азайту мен жалтырайтын және жарық дәнекерлік қосылыстарды алу үшін инертті газды ортада жасайды.

Іріктемелі дәнекерлеуді аналогты және сандық дәнекерлеу станциялары мен электр дәнекерлегіш құралдарды қолдану арқылы жасайды.

Дайындалған беттерді дәл дәнекерлеу алдында флюспен қаптайды. Дәнекерлеу кезінде сұйық дәнекерді флюс алмастырып, негізгі металмен өзара әрекеттеседі. Дәнекер қабаты біртіндеп үлкейіп, қыздыру тоқтаған кезде қатаяды. Дәнекерлеу барысында қажетті температураны сақтау маңызды. Төмендетілген температура дәнекердің сұйықтай аққышытығының жеткіліксіз болуы мен біріктірілетін беттердің жаман жұғылуына әкеледі. Температураны едәуір көтеру флюстің дәнекерлеу беттерін белсендірместен бұрын көмірленуін тудырады. Дәнекерлік станцияға қойылған дәнекерлегіш құралдың ұшының температурасы дәнекерлеудің нақты температурасынан әрқашан артық екенін есте сақтаған жөн, бұл дәнекерлік қосылыстың құрылуына қатысатын элементтердің (компоненттің өзінің, оның шықпаларының, өткізгіштерінің және т.б.) жылу сыйымдылығымен себептеледі.

Іріктемелі дәнекерлеу әдісі кезінде дәнекерлік станцияны қолданудың ерекше сипаттамалары келесідей:

- ұшының жұмыс температурасына дейін тез қызуы;

- ұшының температурасын максималды жиілікпен нақты бақылау (қыздырғыш пен ұшын біріктіру ерекшеліктеріне, жылулық жұптардың орналасуы мен өзге себептерге байланысты ұштың берілген температурасы нақтыдан өзгешеленуі мүмкін);
- ұшын немесе дәнекерлегіш құралды ауыстырған кезде станцияның автоматты түрде калибрленуі.

Дәнекерлеу үшін әдетте сұйық флюс пен сымдық дәнекерді қолданады. Флюсті дәнекерлеу орындарына жаққышпен немесе себу арқылы түсіреді. Жетуге қиын жерлерді дәнекерлеу, сондай-ақ БП мен өзге радиоэлектрондық элементтерді жөндеу үшін ішінде бірнеше флюс каналдары бар түтікшелі дәнекерлер қолданылады.

Аспалы элементтерді дәнекерлеудің әдеттегі технологиялық үдерісіне кіреді:

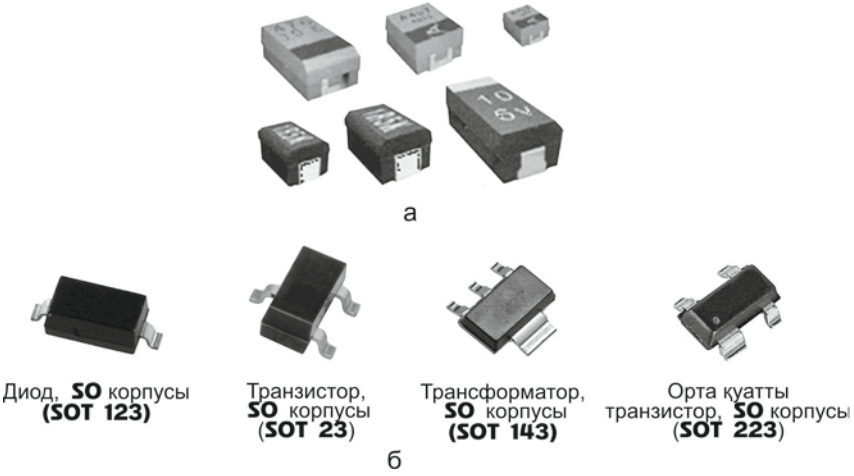
- дәнекерлегіштің ұшын тазалау, оған қызмет көрсету;
- дәнекерлегіштің ұшының температурасын орнату;
- ұсталым уақыты, бұл кезде дәнекерлегіштің ұшы қажетті температураға дейін қыздырылады;
- ұшын түйіспелі аймақпен (БП) және электрондық компоненттің шықпасымен олардың қыздырылуын қамтамасыз ету үшін байланыстыру;
- дәнекер шыбықшасын дәнекерленген қосылысқа шықпа мен ТА арасында байланыс жасау арқылы беру (флюс алдын ала жанып кетпес үшін дәнекерді дәнекерлегіштің ұшына тікелей бермеген жөн);
- шықпаның дәнекермен 360° шеңбер бойынша қоршалуы.

Бір қосылысты дәнекерлеу үдерісі элементтерді өндіру технологиялық үдерісінің талаптарымен анықталады және 22-ден 5 с дейін уақыт алады.

Дайын дәнекерленген қосылыс стандарт талаптарға сәйкес болу керек.

15.3. БЕТТІК МОНТАЖ

Беттік монтаждау технологиясы, сондай-ақ БМТ (бетке монтаждау технологиясы), SMT (surface mount technology — беттік монтаждау технологиясы) немесе SMD- технология (ағылшынша ***surface mount device*** — бетке монтаждалатын құрал) кеңістік шектеулік пен шағын өлшемдер жағдайларында электрондық түйіндерді баспа плаларына монтаждаудың ең кең таралған әдісі болып табылады.



15.3-сурет. SMD беттік монтаждау элементтерінің сыртқы түрлері:
а —диодтардың, стабилитрондардың, конденсаторлардың, резисторлар мен индуктивтіліктердің корпустары;
б — микросхемалардың, диодтар мен транзисторлардың корпустары

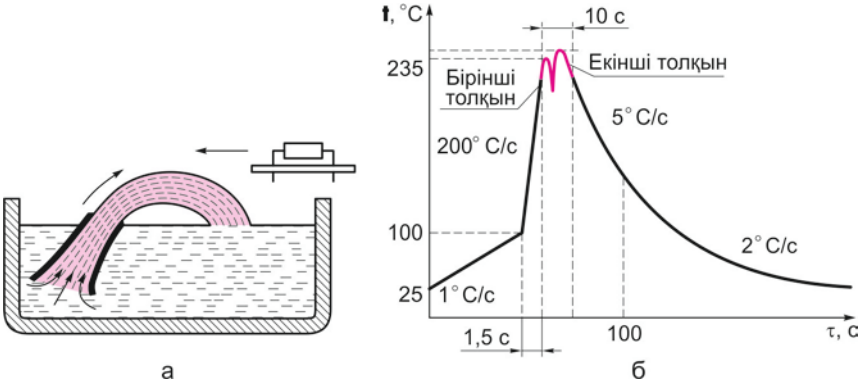
Баспа платаларын беттік монтаждау технологиясының артықшылықтары элементтік базаның, құрастыру әдістерінің және технологиялық тәсілдердің ерекшеліктерімен анықталады.

Беттік монтаждың электрондық компоненттерінің тесіктерге монтаждалатын компоненттермен салыстырғанда өлшемдері едәуір кішірек, платада тесіктердің болмауына байланысты шықпалар қадамы айтарлықтай аз болады. Компоненттердің корпустарында шықпаларды алмастыратын түйіспелі беттер болады (15.3-сурет).

Беттік монтаждау технологиясы компоненттерді баспа платасының екі жағынан да орнатуға мүмкіндік береді, бұл баспа түйінінің ауданы мен өлшемдерін кішірейтеді. Шықпалардың ұзындығының кішіреюі мен құрастыру тығыздығының артуына байланысты әлсіз және жоғары жиілікті сигналдарды жіберу сапасы едәуір жақсарады.

Шықпаларды дайындау қажеттілігінің болмауы, компоненттердің дәнекерлеу пастасымен немесе желіммен бекіту мүмкіндігі мен дәнекерлеу кезінде компоненттердің өзіндік түзелу қабілеті өнімділігі жоғары автоматты технологиялық жабдықтарды қолдануға мүмкіндік береді.

Беттік монтаждау технологиясында, әдетте, дәнекерлеудің екі әдісін қолданады: дәнекерлеу пастасын балқыту арқылы және толқынмен дәнекерлеу. Қолданылатын әдіске байланысты операциялардың реті әр түрлі болады. SMD-технологиялар үшін



15.4-сурет. Толқын түрі (а) және дәнекердің қос толқынының температуралық кескіні (б)

қос толқынмен дәнекерлеу қолданылады. Бірінші толқын жіңішке болады, шүмектен жоғары қысыммен беріледі және турбулентті сипатқа ие. Оның міндеті – шықпалардың жұғылуын қамтамасыз ету. Екінші толқын ламинарлық, оның ағып шығу жылдамдығы төменірек; ол бірінші толқыннан пайда болған жалғағыштарды бұзып, дәнекерленген қосылыстардың құрылуын аяқтайды.

БП қос толқынмен дәнекерлеудің температуралық көрінісінің үлгісі және оның сыртқы түрі 15.4-суретте көрсетілген.

Толқынмен дәнекерлеудің әдеттегі технологиялық үдерісі келесі кезеңдерден тұрады.

1-кезең. ***Желімдеу.*** Желімді арнайы шприцтерден қол немесе автоматты мөлшерлеуіштің көмегімен компоненттің платаға жабысуын қамтамасыз ететіндей етіп бетке монтаждалатын компоненттердің орналасу аймағына жағады. Әдетте, желімді компонентке «ер» құрайтын бір немесе екі тамшылармен түсіреді. Компоненттерді желімге орнату оларды бекіту үшін қажет, әйтпесе оларды дәнекер толқыны ағызып әкетуі мүмкін. Желімді қолданған кезде компоненттерді орнату дәлдігі жоғары болу керек, өйткені олар тез бекітіледі. Клейді полимерлеу компоненттерді бекіту үдерісін аяқтайды; оны кептіргіш шкафтарда жоғары температурада өткізеді.

2-кезең. ***Флюсті түсіру.*** Флюсті платаның үстіне дәнекерлеу жағынан, яғни беттік монтаждалатын компоненттер орнатылған жаққа түсіреді. Сұйық күйдегі флюсті платаның бетіне шашыратады.

3-кезең. ***Дәнекерлеу.*** Платаны компоненттерімен дәнекерлеу толқынына қарай орналастырады. Толқын платаны «шайып» өтіп, түйіспелі аймақтар мен флюс түсірілген жерлерде дәнекерленген қосылыстар құрады. Бетке монтаждауға арналған компоненттер дәнекер толқының әсеріне бірнеше секунд бойы төзетіндей болу керек, өтйкені толқын тікелей олардың корпустары бойынша өтеді.

4-кезең. ***Жалғағыштарды алу.*** Толқынмен дәнекерлеу кезінде бір-біріне жақын орналасқан түйіспелі аймақтар арасында жалғағыштар пайда болады, сондықтан толқын өткеннен кейін ыстық ауа ағынымен жалғағыштар бұзылады.

Толқындық әдістің кемшіліктері айқын: беттік монтаждың компоненттері құрделі жылулық әсерге ұшырайды, бұл олардың корпустарының бұзылуына әкеледі. Одан басқа, шықпалардың бір бөлігі «көлеңкеленіп», дәнекерленбеген жерлер пайда болады.

Бетке монтаждалатын элементтер санының көбеюі ***балқыту арқылы дәнекерлеу*** әдісіне өзге әдістерге қарағанда артықшылық береді. Ол үш негізді құрамдас бөліктен: дәнекер, флюс (белсендіргіш) пен органикалық толтырмалардан тұратын арнайы технологиялық материалды – дәнекерлеу пастасын қолдануға негізделген. Дәнекерлеу пастасындағы дәнекер шар пішінді бөлшектер түрінде болады. Шарлардың өлшемдері бірнеше микрометрді, негізінен 20 — 25 мкм құрайды. Шар пішіні пастаны жағу жағынан қарағанда ең қолайлы болып табылады, өйткені олар трафареттердің тесіктері мен мөлшерлеуіштердің инелері арқылы оңай өте алады, бұл жабдықтардың барынша аз төзуіне жағдай жасайды. Одан басқа, шар берілген көлемде ең кіші бет ауданына ие бола отырып, тотығудан қорғаудың ең жақсы сипаттамаларына ие. Шарлардың өлшемдері пастаның рұқсат ету қабілетіне, яғни пастадағы шардың орташа диаметрінен шамамен 5 есе үлкен болу керек трафарет тесігінің ең кіші диаметріне әсер етеді. Пасталарда қолданылатын дәнекерлік қоспаның құрамы дәнекерлеудің өзге тәсілдеріндегідей. Әдетте бұл қалайы – қорғасын, немесе қорғасынсыз технология кезінде қалайы – күміс пен мыс қоспалары.

Дәнекерлеу пастасында ЛТИ флюсінің болуы балқыту әдісінің өзге дәнекерлеу әдістеріне қарағанда артықшылығы болып табылады, өйткені ол флюсті жағу операциясынан бас тартуға мүмкіндік береді. Қорғасынсыз технологияда беттер дәнекермен нашар жұғылғандықтан, флюстер белсендірек болады. Дәнекерлеу пасталарының құрамына органикалық толтырмалар олардың тиксотроптылық – паста аққыштығының қысым астында және

араластырудан артуы, суық және ыстық шөгу, жабысқақтық және т.б. секілді қасиеттерін реттеу үшін қосылады. Трафарет апертурасы (тесіктері) немесе мөлшерлеуіштің инесі арқылы өткен кезде пастаның жабысқақтығы төмендейді, ал пастаны жаққаннан кейін артады, бұл ізтаңбаның пішінін айқындап алуға мүмкіндік береді.

Аталып өткендей, дәнекерлеу пастасы түйіспелі аймақтарға не мөлшерлеуіштің (шприцтің) көмегімен, не трафарет арқылы түсіріледі. Пастаның көлемі нақты бір компоненттің құрылысы мен түйіспелі аймақтың өлшеміне байланысты. Мөлшерлеуішті қолдану – икемді, бірақ дәлдігі төменірек және әдетте ұсақ сериялы өндірісте қолданылатын өнімді әдіс. Мөлшерлеуге арналған пасталар стандарт шприцтарда шығарылады, оларға диаметрлері әр түрлі инелерді орнатуға болады. Пастаны мөлшерлеуді сондай-ақ қолмен немесе автоматты жабдықта жасауға болады.

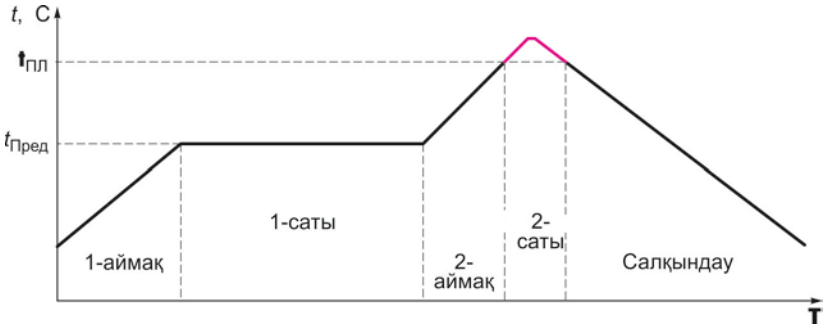
Трафареттік баспа — сериялық өндірісте пастаны түсірудің ең кең таралған әдісі. Паста оны ракельмен металл трафареттегі апертура арқылы сығу әдісімен түсіріледі. Трафаретті (15.5-сурет) тот баспайтын болаттан лазерлық кесу әдісімен жасайды.

Трафареттік баспаны атоматтарда, жартылай автоматтарда және қолмен орындайды.

Автоматтарда компоненттерді орналастыруды, әдетте, өндіруші зауытпен тапсырылатын компоненттердің стандартты жинақтарынан жасалған бағдарлама бойынша жасайды. Жеке дара немесе майда сериялы өндіріс кезінде компоненттерді вакуумдық іскектің немесе манипулятордың көмегімен қолмен орнатады: әрбір компонент вакуумдық бастиекпен алынады.

0402 маркасының корпустарында SMD- компоненттерді (резисторлар, конденсаторлар, диодтар),

15.5-сурет. Дәнекерлік пастаны түсіруге арналған трафарет



15.6-сурет. Балқытумен дәнекерлеудің үлгілік температуралық кескіні

шықпаларының қадамы 0,8 мм дейін микросхемаларды орнатқан кезде компоненттің түйіспелі бетінің түйіспелі аймақпен дәл келмеуіне рұқсат етіледі — оның 20° дейін бұрышқа дейін бұрылысы мен жылжуы бола алады. Одан жоғары дәлділік талап етілмейді, өтікені балқытқан кезде пастаның беттік кернеу күштері компонентті ортаға дәл келтіреді. Қадамдары ұсағырақ және корпусының маркасы 0201 компоненттерді автоматты қолданбай орнату өте қиын, ал BGA матрицалы шықпалары бар компоненттерді (шықпалар микросхема корпусының астында орналасады) тіптен мүмкін емес. Компоненттер платаға жабыспайды.

Дәнекерлеу пастасының құрамындағы дәнекерді балқыту үдерісін пештерде баспа платасын компоненттермен қыздыру жолымен жасайды. Қыздыру түрлі әдістермен жасалынады: инфрақызыл (ИҚ), конвекциялық және булы фазада. ИҚ-әдісті конвекциямен бірге қолданады. Конвекциялық дәнекерлеу ыстық ауа немесе азот ағынының көмегімен жасалады. Сериялық өндіріске арналған пештер біршама бірқалыпты қыздыруға мүмкіндік береді. Дәнекерлеу барысынды азотты қолдану мүмкіндігі болса, одан сапалы дәнекерлік қосылыстарды алуға болады.

Балқыту арқылы дәнекерлеуді температураны дәнекерлеудің температуралық кескіні деп аталатын берілген заң бойынша өзгерту жолымен орындайды (15.6-сурет). Кескін келесі бөліктерден тұрады:

- алдын ала қыздыру температурасына дейін берілген жылдамдықпен біртіндеп қыздыру бөлігі (бірінші фронт);
- ұсталым бөлігі (бірінші кезең);
- дәнекердің балқу температурасынан асатын шыңдық температураға дейін қыздыру бөлігі (екінші фронт);

- ұзақ ұсталым (екінші кезең) мен берілген жылдамдықпен суыту бөлігі.

Егер қыздыру тым жылдам болса, бұл платаның немесе оның компоненттерінің зақымдалуына әкелу мүмкін. Егер қыздыру тым баяу болса, бұл дәнекерлеудің операциялық циклін құр бекер ұзартады.

Кескінді келесі екі әдістің біреуімен құрастырады: температурасы не платаны берілген заң бойынша өзгеретін пеш камерасына (камералық пештер) салады, не платаны конвейермен пештің (конвейерлік пештер) температуралары тұрақты бірнеше камералары (аймақтары) арқылы өткізеді. Дәнекерлеу операциясынан кейін қолданылған паста түріне байланысты платаны жуып, кептіреді.

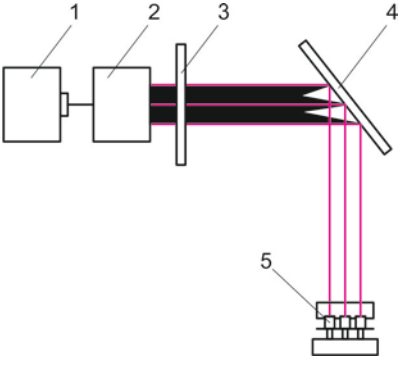
Бу күйінде дәнекерлеу (конденсациялық дәнекерлеу) SMD-компоненттер мен материалдардың барлық түрлеріне келеді. Физикалық принциптері платадағы буды конденсациялау арқылы жылу өткізуге негізделген бұл үдеріс бұйымдарды ұзақ және күрделі жылу профильдерін таңдау үдерісінсіз дәнекерлеуге мүмкіндік береді. Будың пайда болу көзі химиялық инертті, зиянсыз, коррозия тудырмайтын, кез келген материалдармен үйлесімді сұйық болып табылады. Мұндай сұйықтықтың қайнау температурасы құрамында қорғасын бар дәнекерлерді қолданған кезде 200 °С, немесе қорғасынсыз дәнекерлерді қолданған кезде 230 °С болады. Бұйым дәнекерлеу камераны түсе салысымен-ақ, оның үстінде газ конденсацияланып, бұйымға жылу береді. Бұйымның дәнекерлеу камерасында қанша уақыт бойы болса да, оның температурасы бу температурасынан ешқашан аспайды. Бу күйде дәнекерлеу күрделілігі кез келген бұйымдарды, иілгіш баспа платаларынан бастап, күрделі көпқабатты платаларға дейін, соның ішінде алюминий негіздегілерді де дәнекерлеуге мүмкіндік береді. Бу күйде дәнекерлеудің элементтердің беттерінің тез қызуы мен бұзылу мүмкіндігі үшін шектеулері болады.

Беттік монтаждау технологиясы үшін ерекше жағдайларда (ҮИС және АҮИС микросхемаларын жоғары дәлдікпен дәнекерлеу) іріктемелі дәнекерлеу түрлерін – лазермен, ыстық газбен және инфрақызыл қыздырумен дәнекерлеуді қолданады.

Лазермен дәнекерлеу жылудың дәнекерлеу орнына жергілікті берілуін қамтамасыз етеді. Лазермен шығарылатын, толқындар ұзындықтарының 0,7 — 10,6 мкм диапазонындағы оптикалық сәулелену жанасусыз қыздыру көзі болып табылады. Лазерлық сәулеленумен дәнекерлеу вакуумды қажет етпейді және жуандығы әр түрлі элементтерден тұратын бұйымдарды біріктіруге мүмкіндік береді. Дәнекерлеу барысында үзіліссіз де, импульстік лазерлық сәулеленуді де қолданады.

Микросхемаларды дәнекерлеу кезінде бір уақытта көптеген түйіспелерді қыздыру маңызды. Бұл жағдайда лазерлық технология бойынша шықпалардың орналасу бойымен өтетін жарықтық сызықты жасайды. Мұндай сәуленің пішіні мен аспаптан бұйымға дейін тұрақты жұмыс қашықтығын қамтамасыз ету лазерлық блоктың цилиндрлік линзалары мен айналарының жылжу есебінен болады. Сәулелену көздері ретінде қуаты 60 Вт, ұзындығы 52 және ені 2,2 мм жарықтық сызығын тудыратын диодтық лазерлар қолданылады. Микросхемалардың сапалы дәнекерленуі үшін тығыздығы 1,95 — 2 Дж/мм^2 тең сәуле ағынын қамтамасыз ету керек. Дәнекерлеу үдерісі координаталық үстел және үстел мен сәулелену қуатын басқаратын СББ жүйесін қолдану арқылы оңай автоматтандырыла алады. Ағынның орташа тығыздығы 2,8 Дж/мм^2 артық болмаса, лазерлық сәулелену диэлектриктердің электр оқшаулағыш қасиеттеріне әсер етпейді.

Төмен температуралы дәнекерлеу үшін сәулесі голографиялық бөлінген көпнүктелі қондырғыларды (бір лазермен, бірақ бірден бірнеше сәулелермен дәнекерлеу) қолданады (15.7-сурет). Бұл жағдайда 1 лазерлық генератормен шығарылтаны лазер сәулесі алдымен арнайы оптиканың (***2*** және ***3*** компоненттері***)*** көмегімен едәуір диаметрге дейін үлкейтіледі де, одан кейін тегіс параллель ағын түрінде голограммаға бағытталады. Жазық айнадан ***4*** шағылып, сәулелер дәнекерлеудің жергіліктілік деңгейі жоғары бөліктеріне бағытталады. Әрбір дәнекерлеу үдерісі үшін шоқ қанша бастапқы сәулелерге бөліну керек және олардың әрқайсысы қай нүктеде шоғырланғаны туралы ақпарат сақталатын арнайы голограмма қажет.



15.7-сурет. Сәулесі голографиялық бөлінген лазермен дәнекерлеу сызбасы:
1 — лазерлық генератор; *2* — лазерлық коллектор; *3* — фокустаушы оптика; *4* — жазық айна; *5* — дәнекерлеу орны

Бір нүктеде тез балқитын дәнекерлермен дәнекерлеу үшін үдеріс жүргізіліп жатқан аймақта бөлінетін қуат 5 Вт болса жеткілікті. Қуаты 20 — 50 Вт өндірікстік лазердің бір импульсімен бір уақытта бірнеше нүктелерде дәнекерлеуге болады.

Ыстық газбен дәнекерлеген кезде 12-бөлімде аталып өткен дәнекерлегіш фенді қолданады (термофен, термоауалық дәнекерлегіш). Дәнекерлеу фенінің қуаты 700 Вт дейін жетеді.

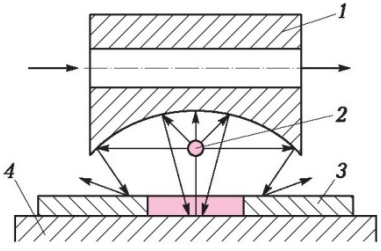
Шиыршық электр тоғымен қыздырылады және осындай жолмен қыздырылған ауа кіріктірілген турбинаның көмегімен шүмек арқылы сыртқа шығады. Шүмектің сыртқы түрін дәнекерленетін шықпалардың құрылысын қайталайтын пішінді етіп жасайды. Әдетте, мұндай станцияларда аналогты немесе сандық бақылау қондырғылары болады, олардың көмегімен қыздырылған ауа температурасы мен оның ағынының жылдамдығын реттейді.

Ыстық ауамен дәнекерлеуді статикалық электрмен зақымдалуға бейім элементтер үшін қолданады. Дәнекерлеу фендерін элементтерді, әсіресе көпшықпалы микросхемаларды демонтаждауға кеңінен қолданады.

Инфрақызыл қыздырудың (ИҚ-қызу) көмегімен дәнекерлеу технологиясында ИҚ-энергияның көзі ретінде қуаты 500 — 2 000 Вт, жұмыс температурасы шамамен 3 000 °С және қызмет ету уақыты 2 000 — 5 000 сағ вольфрам шиыршығы бар, галогенді кварц шамдарды қолданады. ИҚ-қыздырудың екі түрі кеңінен қолданылады: жергілікті шоғырланған және жоғары дәлдікті шашыранды. Жергілікті қыздыру үшін эллипс пішінді, ал жоғары дәлдікті қыздыру үшін парабол тәрізді шағылдырғыштарды қолданған орынды.

ИҚ-сәулелендірумен дәнекерлеудің артықшылықтарына жатқызуға болады:

- энергияны дәнекерленетін бөлшектерге жанаспай жеткізу;
- қыздыру температурасы мен ұзақтығын, дәнекерлеу аймағындағы қыздыру жергіліктігін нақты реттеу. Одан басқа,



15.8-сурет. ИҚ-қыздыру сызбасы:
1 — рефлектор; *2* — инфрақызыл сәулеленудің көзі; *3* — маска; *4* — дәнекерлеуге арналған бөлшек

ИК-сәулелену электрондық элементтердің шықпаларының жалтырайтын беттерінде шоғырланып, элементтердің корпустары суық болып қалады.

ИК-сәулеленумен дәнекерлеу үдерісінің кемшіліктері — флюспен дәнекерлеу кезіндегі қиыншылықтар, өйткені оның булануы шамдар мен рефлекторларды ластайды.

Іріктемелі (қолмен) дәнекерлеуді қарапайым электрлік дәнекерлегіш құралдармен жасайды.

Платаны дәнекерлеуді аяқтағаннан кейін оларды флюстен, қоқыс пен ластан ***жуу*** операциясын өткізеді.

Типтік технологиялық үдерісте баспа платаларын негізгі жууды, әдетте, дәнекерлеу сапасын тексеру біткеннен кейін және плата мен оның үстіне орнатылған компоненттердің үстіне қорғаныш қаптаманы түсірместен бұрын өткізеді. Негізгі жуу қажеттілігі ылғал және электр оқшаулағыш қаптамаларды салу алдында тазалыққа қойылатын жоғары талаптармен себептеледі. Плата бетінен кетіріледі: шаң, кір, диэлектрик пен металл бөлшектері, май қабаттары, майлар, парафиндер, компаунд қалдықтары, органикалық және бейорганикалық қышқылдар, флюс компоненттері. Флюс қалдықтарын кетіруге аса назар аударған жөн. Жуғыш құралды (ортаны) таңдау жууға және одан ары кетіруге жарамды ластың құрамымен және қасиеттерімен анықталады. Баспа платаларындағы ластардың негізгі топтары мен оларды кетіру құралдары 15.1-кестеде берілген.

15.1-кесте. Платалардың ластану түрлері, оларды дәнекерлеуден кейін жуу жолдары мен құралдары

Ластану түрлері мен олардың пайда болу сипаты	Ластану құрамы	Жууға арналған құралдар
Өндіріс пен монтаждау барысында пайда болған бейтарап компоненттер	Шаң, батпақ; майлар, парафиндер; флюстердің ерімейтін қатты компоненттері; металл және бейметалл бөлшектер мен элементтер	Бензин
Флюстерді монтаждау, дәнекерлеу және жұмыс істеу барысында плата және монтаждалатын элементтердің	Қышқылдар, флюстерді белсендірушілер; минералды тұздар; түйіспелі аймақтар мен монтаждалатын	Су негізіндегі беттік белсенді заттары (ББЗ) бар жуу сұйықтықтары

Ластану түрлері мен олардың пайда болу сипаты	Ластану құрамы	Жууға арналған құралдар
үстінде тұнып қалған ионогенді компоненттер	компоненттердің шықпаларынан оксидті және сульфидті қабықшалар	
Флюстердің пайданылған және әрекет етпеген құрамдастары, желіммен, компаундтармен және дәнекерлеу пастасымен әрекеттескен жабдықтардың компоненттері	Органикалық қышқылдар; флюс құрамынан шыққан шайыр мен белсендірушілер; флюстердің ыдырау өнімдері; компаундтардың, желімдердің, дәнекерлеу пасталарының қалдықтары	Спирттік негіздегі жуу сұйықтықтары

Аралас монтаждау технологиясын SMD компоненттері мен шығарушы элементтерді бір уақытта пайдаланған кезде қолданады. Әдетте, монтажды екіжақты платаларда платаның артқы жағына SMD-компоненттерді желіммен міндетті түрде бекіту арқылы жасайды. Қолданылатын дәнекерлеу жолы – толқынмен дәнекерлеу немесе іріктемелі дәнекерлеу.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Баспа платаларында электрондық түйіндерді жасаған кезде қандай технологиялар қолданылады?
2. Аспала монтаждау технологиясының ерекшеліктері қандай?
3. Элементтерді аспалы монтаждауға дайындау үшін қойылатын талаптарды атаңыз.
4. Элементтерді платада зиг әдісімен бекітудің мәні неде?
5. Плата элементтерін дәнекер толқынымен дәнекерлеу технологиясы қандай? Бұл технология қаншалықты кең қолданылады?
6. Беттік монтаждаудың ерекшеліктері мен беттік монтаждалатын компоненттерді дәнекерлеу жолдары қандай?

16-бөлім

ДӘНЕКЕРЛЕУ САПАСЫН БАҒАЛАУ

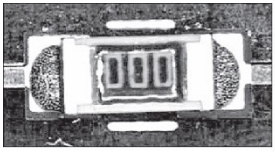
16.1. АҚАУЛАРДЫҢ ТҮРЛЕРІ

Дәнекерленіп құрастырылған бірліктерді сәйкестендіру, дәнекерленген бұйымдарғы нормалар мен талаптар қою үшін МЕМСТ 19249 — 73 «Дәнекерленген қосылыстар. Негізгі түрлері мен параметрлері» басшылыққа алу керек. Стандарт дәнекерленген қосылыстың құрылыстық параметрлерін, шартты белгелерін анықтайды, қосылыстардың негізгі түрлерінің жіктелуін қамтиды.

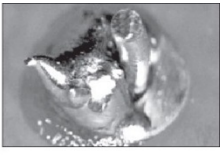
Дәнекерленген бұйымдардың сапасы олардың беріктігімен, жұмысқа қабілеттілік деңгейімен, сенімділігімен, коррозияға төзімділігімен, арнайы функцияларды (жылу өткізгіштік, электр өткізгіштік, коммутациялық сипаттамалар және т.б.) қамтамасыз ету қабілетімен анықталады. Дәнекерленген бұйымдарды жасау барысында пайда болатын ақауларды дайындау мен құрастыру ақаулары, дәнекерленген қосылыстар мен дәнекерленген бұйымдардың ақаулары деп бөлуге болады.

Дәнекерленген қосылыстардың әдеттегі ақауларына жатады (16.1-сурет):

- ұсақ тесіктер;
- қуыстар;
- қож және флюс қоспалар;
- дәнекерленбеген заттар;
- жарықтар.



а



б

16.1-сурет. Платалар мен өзге радиоэлектрондық элементтерді дәнекерлеудегі ақаулар:

а — ұсақ тесіктер мен қуыстар; ***б*** — дәнекерленбеген зат

Бұл ақаулар бөлшектер арасындағы саңылаудың дәнекер балқытпасымен толығымен толтырылмауымен және бұйымды суыту үдерісмен байланысты. Ақаулардың көпшілік тобын қож және флюс қоспалар құрайды.

«Дәнекерленбеген заттардың» (16.1, б сурет) пайда болуының себебі ретінде «шалғай», шығыстары жоқ қуыстардың болуы, бірқалыпты емес қыздыру кезінде газдың сұйық дәнекерімен шектелу немесе дәнекерленетін металдың бетін сұйық дәнекермен жергілікті жұқтырылмауы болуы мүмкін.

Қосылысты суыту кезінде газдардың бөлініп, шашыраңқы газдық ұсақ тесіктер пайда болады. Дәнекерлер мен флюстерді алдын ала газсыздандыру бұл ақауды азайтады. Дәнекерлеу жіктерінде ұсақ тесіктердің пайда болуының себебі диффузия коэффициенттеріндегі елеулі ерекшелік болу мүмкін.

Дәнекерлік жіктердегі жарықтар бұйымды суыту барысында металдың деформациялануының нәтижесінде пайда болуы мүмкін. Суық және ыстық жарықтар ажыратылады. Суық жарықтар 200 °С дейін температураларда, ал ыстық жарықтар 200 °С астам температураларда пайда болады. Егер кристалдану үдерісінің барысында суыту жылдамдығы жоғары және пайда болатын кернеу де жоғары болса, онда кристалданған жарықтар пайда болады. Дәнекерленген металда жарықтар сондай-ақ беріктіктің адсорбциялық азаюын тудыратын сұйық дәнекерлердің әсерінен де пайда болуы мүмкін.

Металл емес қоспалар (флюс және қож) бұйым бетін дәнекерлеуге жеткілікті деңгейде дұрыс дайындамаған немесе оның режимін бұзған жағдайда пайда болады. Тым ұзақ уақыт бойы қыздырған кезде флюс дәнекерленіп жатқан металмен қатты қалдықтарды құрып әрекеттеседі, олар саңылаудан дәнекермен нашар ығыстырылады. Қож қоспалар сондай-ақ дәнекерлер мен флюстердің ауа оттегімен әрекеттесуінен де пайда болуы мүмкін. Қождар іріктемелі дәнекерлеу кезінде талаптарды дұрыс сақтамай дайындалған дәнекерлегіш құралдың ұшымен кіруі мүмкін.

16.2. ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН БҰЙЫМДАРДЫҢ САПАСЫН БАҚЫЛАУ ЖОЛДАРЫ

Дәнекерленген бұйымдардың сапасын бағалау үшін бұзатын және бұзбайтын әдістерді қолданады. Бұзбайтын әдістерге келесілер жатады.

Бұйымды құралсыз көзбен немесе үлкейткіш құрал арқылы ***техникалық тексеру*** сыртқы бетінің сапасын, саңылаулардың дәнекермен толтырылуын, ойықтардың толықтығын (дәнекерлеу орнындағы дәнекердің қаптауын), жарықтар мен басқа да сыртқы ақаулардың болуын тексеруге мүмкіндік береді.

Радиациялық (радиографикалық) бақылауды қолдану саласы МЕМСТ 24715—81 анықталады. Радиографикалық бақылауды жауапты дәнекерленген бұйымдардағы ішкі ақауларды, жікте немесе дәнекерленген металдағы жарықтарды, дәнекердің жергілікті болмауын, ұсақ тесіктер мен жат қоспаларды анықтау үшін қолданады. Радиациялық бақылаудың бір түрі – радиоскопиялық әдіс бақыланатын бөліктің көрінісін жарықтандырумен қатар бақылауға мүмкіндік береді.

Көрініс алу үшін аморфтік селеннен жасалған жартылай фото өткізгіштік қабат қолданылады. Радиациялық бақылауды баспалық монтаж өндірісінде қолданады. Плата қорек көзіне қосылып, оған қарастырылған режимде жұмыс істейді. Ақауларды қосылыстар бойынша өтетін электр тоғынан пайда болатын жылу өрісінің өзгеруі бойынша тіркейді. Әдіс жоғары сезімталдылыққа ие (шамамен 1 °С).

Акустикалық бақылау ультрадыбыстық тербелістердің материалдың ішкі бетінің әртектіліктеріне шағылып қайту қабілетіне негізделген. Бұл әдіспен жарықтарды, ұсақ тесіктерді, қуыстарды, қож қоспаларды, жіктердің дәнекермен толтырылмауын анықтайды. Ол 3 — 5 мм артық емес тереңдікте жатқан ақауларды бақылау үшін тиімді.

Магниттік ұнтақ әдісін қолданған кезде бұйымға магниттендіруден кейін салынатын ұнтақ бөлшектері ақаулардың орындарында отыра бастайды. Магниттік ұнтақ әдісімен ашылу еңі 1 — 2,5 мкм, тереңдігі 25 мкм және ұзындығы 2,5 мм дейін ақауларды анықтайды. Магниттік ұнтақты құрғақ және дымқыл жолмен жағады. Құрғақ әдіс кезінде магниттік ұнтақ ретінде ұнтақ күйге дейін ұсақталған темір қағын (магнетитті) қолданылса, ал дымқыл әдіс кезінде ұнтақты суспензия (суда, майда немесе керосинде) түрінде жағады. Магниттеу әдісімен бақылауды дефектоскоптарды қолдану арқылы жүргізеді.

Тесіктерді іздеумен бақылау кезінде дәнекерленген бұйымдардың саңылаусыздығын сұйықтықтың немесе газдың қысымымен тексереді. Масс-спектрметрлік бақылау (саңылау арқылы өтетін заттың атомдар санын анықтау) кезінде сынау заты ретінде гелийді қолданады; галлогенді бақылау әдісінде фреон мен өзге газдарды қолданады.

Бақылаудың ***көпіршікті әдісі*** бақыланатын бұйымының ақау жерлерінде сынылатын зат көпіршіктерінің пайда болуын тіркеуге негізделген. Бұл әдіс кезінде бақыланатын бұйымның ауа қысымы келетінге қарама-қарсы жағы көпіршік тудыратын затпен сыланады. Ең қарапайым көпіршік тудыратын зат ретінде сабынның судағы ерітіндісі қолданылады. Бақылаудың көпіршікті әдісі тексерілетін бұйымға газды беріп, кейін оны сұйықтыққа батыру жолымен жасалады. Ақау жерлерді газ көпіршіктерінің пайда болуы бойынша анықтайды.

Дәнекерленген бұйымдарды ***бұзып бақылау әдістерінде*** бұйымның өзін немесе бұйым топтамасынан алынған үлгілерді бұзбастан бұрын сынаққа алады. Дәнекерленген қосылыстардың механикалық қасиеттерін анықтау үшін үлгілерді түрлі жолдармен сынайды: созумен, сығумен, июмен, бұраумен және т.б. Бұзатын бақылау әдістеріне қойылатын талаптар мен түрін дәнекерленген бұйымның техникалық шарттарымен анықталады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай жағдайларда дәнекерлеу кезінде ақаулар пайда болады?
2. Дәнекерлеу кезіндегі ақауларға мысал келтіріңіз.
3. Дәнекерлеу сапасын бақылау әдістерін атаңыз.
4. Ақауды анықтаудың көпіршікті әдісінің мәні неде?
5. Дәнекерлеу сапасын бұзып бақылау әдістерінің мәні неде? Оларды қолдану саласы қандай?

VI тарау

ЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРА ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚҰРАСТЫРУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫ

17-бөлім

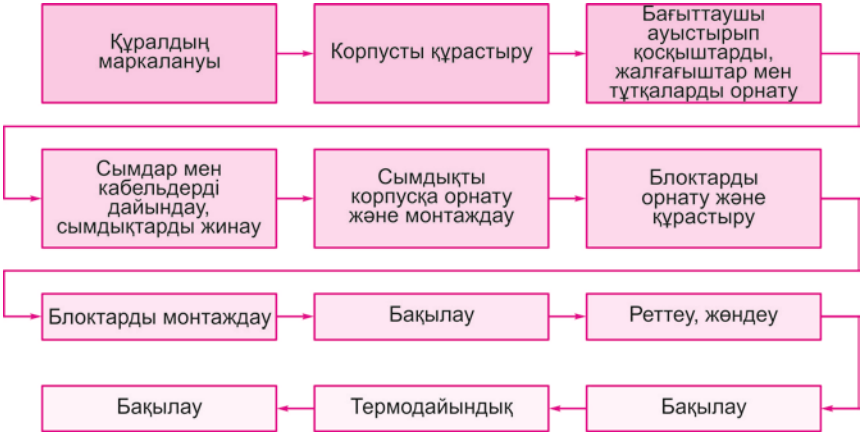
ҚҰРАСТЫРУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

17.1. ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ТИПТІК ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮДЕРІСІ

Радиоэлектрондық аппаратура мен аспаптар өндірісі еңбек сыйымдылығын келесідей көрсетуге болатын технологиялық әрекеттерден тұрады: механикалық өңдеу — 8—15, құрастыру — 15 — 20, электр монтаждау — 40 — 60, жөндеу — 20—25 %.

Осылайша, құрастыру операциялары технологиялық үдерістің ең маңызды бөліктерінің бірі болып табылады, бұл кезде тұтынушылық функцияларды атқаруға арналған аппараттар мен аспаптар түрінде бір корпуста біріктірілген және электр желісі немесе адаптерлерден қорек алатын жеке блоктар мен түйіндер біріктіріліп, байланыстырылады.

Құрастыру технологиясы, әдетте, бұйымдағы бөлшектер мен электр және радиоэлементтерді (ЭРЭ) немесе оның бөлігін механикалық біріктіруден тұратын, олардың құрылыстық құжаттамаға сәйкес берілген орналасуы мен өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету үшін белгілі бір ретпен орындалатын технологиялық операциялардың жиынтығы болып табылады. Құрастыру үдерісінің операцияларының реттілігін таңдау бұйымның құрылысы мен өндіріс үдерісінің ұйымдастырылуына байланысты. Құрылыстың соңғы нәтижесі бұйымның тауарлы түрі болып табылады. Құрастыру операциялары кезінде құрастыру бірліктерінің беріктігіне, олардың қызмет ету уақытын ұзарту мен сыртқы әрекеттерден параметрлері мен сипаттамаларын өзгертпей қорғауға аса назар аудару керек.



17.1-сурет. Электрондық құрылғыларды құрастырудың типтік технологиялық үдерісі

Радиоэлектрондық құрылғыларды құрастырудың технологиялық үдерісі 17.1-суретте көрсетілген. Ол салмақ түсетін негізді ажыратылатын және ажыратылмайтын қосылыстарды (панельдерді, раманы, тіреуді) қолдану арқылы құрастыру мен сымдықтар мен кабельдердің көмегімен электр монтаждауды қамтиды. Оның жазықтықтарына сымдықтарды монтаждау сызбасына сәйкес салады, байланыстырғыштарды, түйіспелі қалыптарды орналастырады. Сымдықты қаңқаға астына оқшаулағыш түтікшелердің немесе лак матадан жасалған төсемдерді қойып, металл тоғындармен бекітеді. Тоғындар арасындағы қашықтық (200 — 500 мм) сымдықтың диаметріне байланысты. Сымдықты салумен қатар дара сымдар мен кабельдердің соңын сәйкес түйіспелерге ажыратып, оларды дәнекерлеумен немесе бұраумен бекітеді.

Құралдың құрастырылған қаңқасына кезекпен жеке блоктарды қояды да, оларды схеманың өзге элементтерімен жалғағыштар арқылы байланыстырады. Монтаждау жұмыстарын жасағаннан кейін блокты қаңқаға бұрандалы қосылыстардың көмегімен бекітеді. Жалпы құрастыруды реттеуші элементтерді бекітумен, қорек қаптамасы мен байланыстырғыштарын орнатумен аяқтайды.

Құрастыру технологиясы бұйым кездейсоқ дұрыс емес әрекеттің әсерінен бұзылмайтындай етіліп жасалуын қарастыру керек. Құралды құрастыру үдерісі қорек көзінің немесе күшейткіштің жүктеменің қысқа тұйықталуынан қорғалуын, тек бір-бірімен түйісетін электр қосқыштарын қолданғанда кабельдердің дұрыс емес қосылуының болмауын қамтамасыз ету керек. Құрылыс ыңғайлы,

оңай бөлшектеуге болатын, мерзімдік техникалық қызмет көрсетуді қажет ететін түйіндерге оңай қолжетімді болу керек. Жеке түйіндер мен блоктарда құрастыру-бөлшектек операцияларының дұрыс орындалуына септігін тигізетін түсіндіруші жазулар, белгілер бола керек. Құрастыру кезінде қауіпсіз жұмыстың қамтамасыз етілуі құрылыстық құжаттамада қарастырылмаса да, оған назар аудару керек.

Бұйым қолданысқа қауіпсіз болу керек, сондықтан монтаждау кезінде оның кернеу бар тоқ өткізгіш бөліктеріне тию мүмкіндігін болдырмау керек, құрылғының қақпасын ашқан кезде қуаттын автоматты түрде өшуін қарастыру керек, қауіпті кернеулі модульдерде сары үшбұрышқа «Байқаңыз! Жоғары кернеу!» секілді жазуларды немесе «!» ескерту белгілерін қолданған жөн, тоқтап қалу болған жағдайда құрылғының жануын немесе жарылуын, мысалы ерімтал сақтандырғыштарды қолдану арқылы болдырмай, жұмысшыларға қауіпті электр магниттік өрістер мен өзге жағымсыз факторлардың әсер етуіне жол бермеу керек.

Құрастырылған бұйымның тұтынушылық қасиеттерін қамтамасыз ету үшін физикалық және механикалық қасиеттері үйлесімді, коррозияға төзімді және технологиялылық тән материалдарды таңдаған жөн. Құрылыс пен жөндеудің технологиялық операцияларын параллель орындауға, біртекті бөлшектер мен түйіндердің, құрастыру бірліктерінің өзара алмастырылуына мүмкіндік беретін электолндық аппаратураны құрастырудың модульдік приницпін қолданған жақсырақ.

Құрастыру операцияларына қатысатын түйіндер мен элементтерді ***құрастыру бірліктері*** деп атайды, бұл бірліктер ретінде блоктар, шасси (негіз), модульдер мен субмодульдер есептеледі. Оларға тағы да келесілер жатады:

- қаптауға, тасымалдауға және олармен өзге операциялар жасауға ыңғайлы болатындай етіп құрылысын құрамдас бөліктерге бөлуге болатын бұйымдар;
- атқарымдық міндеті ортақ және өзге құрылыстық бірлікпен бірге монтаждалатын бұйымдар немесе бұйымдар бірлестігі.

Құрастыру үдерісі ұйымдастырылуы бойынша стационарлық немесе қозғалмалы болуы мүмкін. Стационарлық құрастыру кезінде құрастырылатын нысан қозғалмай, керекті құрастыру элементтері оған әкелінеді. Қозғалмалы құрастыру құрастырылатын бірлік әрқайсысы жұмыстың белгілі бір бөлігін орындайтын жұмыс орындары бойынша конвейер арқылы қозғалуымен сипатталады.

Құрастыру нысанын жылжыту бекітілген операциянын орындалу шамасы бойынша еркін немесе өндіріс ырғағына байланысты мәжбүрлі болу мүмкін.

17.2. ҚҰРАСТЫРУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ТҮРЛЕРІ

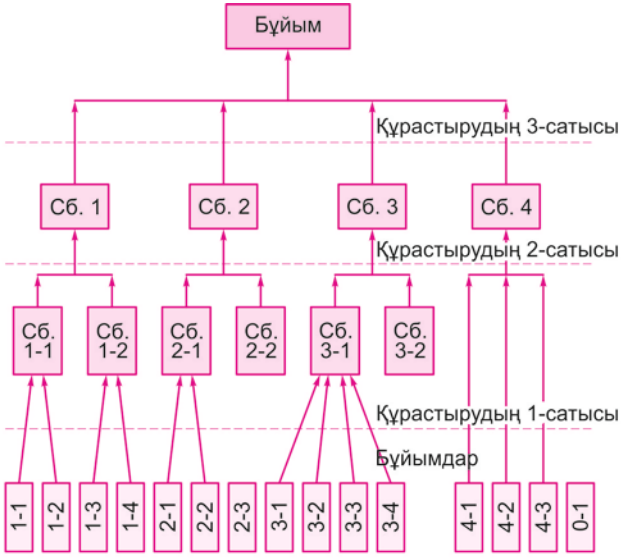
Іс жүзінде электрондық аппаратураны (ЭА) құрастыру сызбаларының екі түрін қолданады: тарамды және негізгі бөлшекпе (17.2-сурет). 17.2-суретте құрастыру элементтері тікбұрыштар түрінде бейнеленген, онда жіктеуші бойынша нөмірі, орналастыру белгісі мен саны көрсетілген. Негізгі бөлшегі бар сызба көбірек жұмысты қажет етеді, бірақ құрастыру үдерісінің уақыттық реттілігін көрсетеді және көрнекі болып табылады. Негізгі бөлшек ретінде шасси, панель, плата немесе құрастыру басталатын өзге бөлшек алынады.

Негізгі бөлшекпен құрастыруды операцияларды шоғырландыру принципі бойынша жүзеге асырады және бір жұмыс орнында жасайлы. Бұл кезде дәлдік артып, нормаға келтіру үдерісі жеңілдейді. Алайда күрделі құрастыру-монтаждау операцияларын механикаландырудың төмен өнімділігі мен жоғары еңбек сыйымдылығы оны тек дара және ұсақ сериялы өндіріс жағдайларында қолдануды тиімді етеді. Негізгі бөлшекке бір уақытта модульдер мен түйіндерді орнату мен электрлік қосылыстарды жасау байланыстырғыштардың көмегімен жүзеге асырылады. Олар модульдердің тез және оңай ауыстырылуын қамтамасыз етіп, тура және жанама қолданыла алады. Сөйтіп, тура қосылатын байланыстырғыштың ашасы баспа платасының бір бөлігі болып табылады, оның үстінде металл түйіспелерді (баспа ламелдер) жасайды (17.3-сурет).

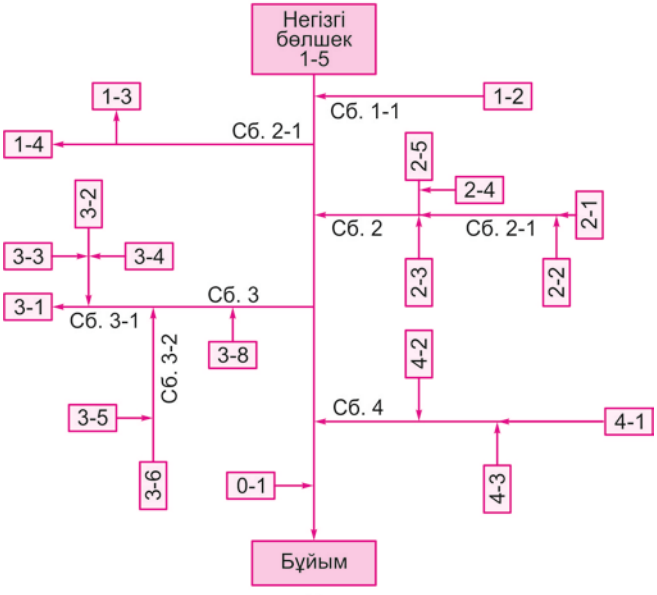
Тура қосылатын байланыстырғыштың розеткасы ашық және жабық болады. Ашық құрылыс ламел сандары әр түрлі баспа платаларын орнатуға мүмкіндік береді. Сәйкесінше, жабық розеткаларға ұзындығы бекітілген платаларды ғана орналастыруға болады (17.4-сурет).

Модульдердің өзара бағдарлануы ассиметриялы қалқа немесе ойық түрінде жасалған «кілтпен» қамтамасыз етіледі. Модульді розеткаға бекіту серіппелі түйіспенің көмегімен жасалады.

Тарамды құрастыру уақыт бойынша бөлінген үдеріс болып табылады және құрастыру-монтаждау жұмысының бірқатар кезектес қарапайым операцияларға бөлінуін талап етеді. Бұл жұмысты конвейерді қолдану арқылы механикаландыруға және автоматтандыруға мүмкіндік береді.

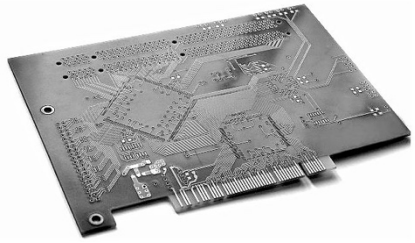


а

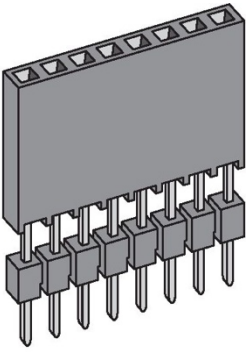


б

17.2-сурет. Құрастыру операцияларының құрылымы:
а — тарамды құрастыру сызбасы; *б* — негізгі бөлшекпен құрастыру сызбасы



17.3-сурет. Ламелдері бар баспа платасы



17.4-сурет. Розеткалар мен байланыстырғыштар

17.5-сурет. Телекоммуникациялық шкаф

Тарамды құрастыру сериялық және жаппай өндіріс жағдайларында тиімді.

Жеке дербес аспаптар мен бұйымдардан тұратын күрделі бұйымдарды құрастыру үшін ***блоктық құрастыруды*** қолданады. Ол, мысалы, есептеуіш кешендерді, желілерді, радиоқабылдаушы және таратушы станциялар мен нақты бір міндетті орындау үшін бір құрылыспен біріктірілген т.б. заттарды жасауға қолданылады.

17.3. ҚҰРАСТЫРУ ТҮЙЕНДЕР МЕН АППАРАТУРАНЫ СЫРТҚЫ ӘСЕРДЕН ҚОРҒАУ

Құрастыру өндірісіне, осыдан бұрын қарастырылған операциялардан басқа, аппаратураны бұйымдардың жұмысқа қабілеттілігін бұзатын түрлі әрекеттерден қорғау бойынша операциялар да кіреді. Бұл шарттар бірқатар сыртқы әрекет етуші факторлардың үйлесуімен анықталады.

Электрондық аппаратура берік, орнықты және түрлі әрекеттерге төзімді әрі параметрлер мен сипаттамалардың берілген мәндер аралығында болу керек. Беріктік деп бұйымның өз жұмысқа қабілеттілігін белгілі бір фактор әсер еткен кезде және одан кейін де бүкіл қызмет ету уақыты бойы сақтай алу қабілеті есептеледі.

Сыртқы әрекет етуші факторларды келесі топтарға бөледі:

- климаттық (жылу мен суық, ауаның салыстырмалы ылғалдығы, атмосфералық жауын-шашын, шық пен мұз қату, атмосфералық қысым, күн радиациясы, сыртқы ортадағы коррозиялық заттар);
- механикалық (тербеліс, механикалық соққы, шуыл, механикалық қысым, қисаю, дифферент, сейсмикалық әрекеттер);
- биологиялық (аппаратураның жұмысын бұзатын ағзалар мен олардың топтары — бактериялар, зең саңырауқұлақтар);
- жылулық (жылулық соққы, иондаушы сәулеленуден, электр тоғынан, ультрадыбыстан қызу);
- радиациялық (иондаушлы сәулелену).

Электрондық аппаратураны қорғаудың кең қолданылатын әдістерінің бірі – бұл ***қорғаныш қаптамаларын*** пайдалану. Олар бөлшектерді коррозиядан, ескіруден, кебуден, шіру мен аппаратураның жұмыстан шығуын тудыратын өзге де үдерістерден қорғайды.

Алу жолы бойынша барлық қаптамалар металл және бейметалл болып бөлінеді.

Металл қаптамалар ыстық әдіспен — гальваникалық немесе диффузиялық жолмен түсіріледі.

Бейметалл қаптамаларға лактар, эмальдар,астар мен пластмасса жатады.

Қандай да бір элементтердің немесе түйіндердің агрессивті орта әсеріне сезімталдық деңгейіне байланысты оларды оқшаулағыш материалдармен бітеулеудің түрлі әдістерімен: сіңдіру, құю, қаптау және тығыздаумен қорғайды.

Бұйымдарды ***сіңдіру*** бос каналдарды электр оқшаулағыш материалмен толтырудан тұрады. Сіңдіру кезінде каналдарды толтырумен қатар құрылыстың барлық элементтерінде оны агрессивті ортаның әсерінен қорғайтын жұқа оқшаулағыш қабат пайда болады. Қорғаныш қызметтерімен қатар сіңірілетін материал бұйымның электрлік беріктігін арттырады, оның жеке элементтерін механикалық түрде бекітеді, жылу өткізгіштігін жақсартады. Сіңдіруді бұйымды сұйық оқшаулағыш материалға батыру арқылы орындайды. Шығарылғаннан кейін материал қатады. Полимерленетін сіңірілетін материалдарды, мысалы диметакрилді полиэфирді қолданған кезде химиялық тездеткіштерді (катализаторларды) қолданады.

Құю арқылы бітеу кезінде бұйымдағы барлық бос ойықтарды, соның ішінде элементтер мен корпус арасындағы кеңістікті те электр оқшаулағыш материалмен құяды, ол қатқаннан кейін едәуір қалың қорғаныш қабат құрайды.

Қаптау арқылы бітеу орындалу техникасы бойынша сіңдіру операциясына ұқсас, бірақ бұл қорғау әдісінде бұйым элементтеріне жақсы жабысу қасиеті тән тұтқыр оқшаулағыш материалдарды қолданады.

Тығыздауды (вакуумдық-тығыз бітеуді) ажыратылмайтын және ажыратылатын жіктермен жасайды. Ажыратылмайтын саңылаусыз құрылыстар кезінде жіктерді дәнекерлеу, пісіру, құю, желімдеу немесе арнайы компаундтарды (герметиктерді) жағу арқылы бітеулейді. Ажыратылатын саңылаусыз құрылыстарда біріктірілген бөлшектер арасында икемді төсемді, ал бітеуленетін көлемге ылғал сіңіргіш, мысалы силикагель орналастырады.

Маңызды құрастыру операцияларының бірі тиімді жылуды әкетуді қамтамасыз ету болып табылады. Температураның орнатылған диапазондардан ауытқуы компоненттердің параметрлерінің қайтымсыз өзгеруіне әкелу мүмкін. Осылай, жоғары температура материалдардың диэлектрлік қасиеттерін төмендетеді, құрылыстық және өткізгіштік материалдардың коррозиясын тездетеді. Төмен температура кезінде резеңке бөлшектер қатаяды және шытынайды, материалдардың сынғыштығы артады.

Қыздырылған аппаратурадан жылуды сыртқы ортаға шығару кондукция, конвекция және сәулелену арқылы жүзеге асырылады.

Кондукция — жанасқан денелер немесе дене бөліктерінің арасындағы жылу энергиясын олардың жылу өткізгіштігінің есебінен тасымалдау үдерісі. Кондукцияның көмегімен кетірілетін жылу мөлшері жылу беріліс өткізілетін материалдың қасиеттеріне байланысты. Мысалы, кондуктивті жылу металдар арқылы жақсы өткізіледі.

Қандай да бір заттардың жылу өткізгіштік қасиеттерін бағалау үшін материалдың жылу ағынын өткізуге бейімділіген анықтайтын жылу өткізгіштік коэффициенті қолданылады. Барлық металдар жылу өткізгіштер болып табылады және оларды ЭА құрылыстық бірліктерінде радиаторлар ретінде қолданады. Жылу өткізгіштігі бойынша ең жақсы көрсеткіштерге ие: мыс, алюминий, мырыш, магний мен болат. Радиаторларды көбінесе алюминийден жасайды.

Конвекция — энергияның газ немесе сұйықтықтың микробөлшектерімен тасымалдануы. Жылудың конвекциялық шығарылуы кезінде табиғи, мәжбүрлі жәні су-ауамен суыту қолданылады. Табиғи суу (корпустағы тесіктер арқылы) кезінде жылуды көбірек бөлетін элементтерді жоғарыда немесе қабырғаның жанында, ал жылуға критикалық элементтерді жылулық экрандармен қорғап төменде орналастырады. Мәжбүрлі ауамен салқындату желдеткіштермен қамтамасыз етіледі. Әдетте, сыртқы ортаның суық ауасынан қоршалған ағындық желдету қолданылады. Су-ауамен салқындату - салқындататын сұйықтықты шашыратуды элементтер тығыздығы жоғары болған кезде қолданады. Бұл әдіс негізінен металл корпустағы мықты электрондық шамдарды және АЖЖ аспаптарды суытқанда қолданады.

Жылуды сәулеленумен тасымалдау жылу энергиясының сәулелену энергиясына – сәуле энергиясына айналуына байланысты. Сәуле энергиясы жарықтың таралу заңдары бойынша, яғни шағылу және сыну заңдары бойынша тік сызықты таралады. Жылуды сәуле энергиясымен шығару элементтер тығыз орналасқан кезде тиімсіз. Бұл әдісті қолдану үшін жылу шығаратын элементтер өзгелерден жоғарырақ тұрып, айналасында бос кеңістік болу керек. Бұл жағдайда жылуды әкетудің сапасы қаралық коэффициентімен анықталады. Ең үлкен коэффициенттерге күңгірт және эмаль қара бояулар ие, ал металдардан — болат пен дюралюминий. Көгілдір (қарайтылған) болатты радиатор және экран мен монтаж элементтері ретінде қолдану сәуле шашумен салқындауды бірден арттырады.

Аппаратураны ылғалдылықтың әсерінен қорғау ылғалдылығы жоғары жағдайларда жұмыс істеген кезде маңызды. Қорғаныш үшін металл, химиялық және лак-бояғыш қаптамаларды қолданады. Металл қаптамалар бөлшек корпусының негізгі материалымен түйіскен жұпты құрайды. Потенциалдың полярлығы бойынша анодты (қаптаманың потенциалы негізгі материалға қатысты теріс) және катодты (қаптаманың потенциалы оң) қаптамалар болып ажыратылады. Қаптамалардың материалдары ретінде никель, мыс, мырыш, кадмий, қалайы мен күміс ең кең қолданылады. Қаптаманың қалыңдығы материал мен қаптаманы түсіру әдісіне байланысты таңдалады және әдетте 1 —15 мкм құрайды.

Аппаратураны коррозиядан қорғау мақсатында лак-бояғыш қаптамаларды қолданады. Мұндай қаптамалардың кемшілігі ретінде олардың төмен механикалық беріктігі мен жылуға төзімділігін атауға болады. Одан басқа, олар өндірістік үдерістердің асқан тазалығын талап етеді және ЭА жөндеу кезінде бөлшектерді ауыстыруды қиындатады. Лак-бояғыш қаптамаларды платаларды, қаңқаларды, қаптарды, аспаптардың беттік панельдерін және т.б. қаптау үшін қолданады. Лак-бояғыш қаптаманың қалыңдығы 20 мен 200 мкм арасында болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Құрастыру операцияларын орындау кезінде қандай талаптар қойылады?
2. Құрастыру бірліктеріне не жатады?
3. Құрастыру бұйымдарын сыртқы әрекеттерден қорғау жолдарын атаңыз.
4. ЭА тарамды құрастырудың ерекшеліктері неде? Ол қандай жағдайларда қолданылады?
5. ЭА негізгі бөлшекпен құрастыру технологиясын сипаттаңыз. Оны қандай жағдайда қолданған жөн?

18-бөлім

РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫҢ КҮРДЕЛІ ТҮЙІНДЕРІН ҚҰРАСТЫРУ

18.1. ҚОРЕК КӨЗДЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ, ҚҰРАСТЫРЫЛУЫ ЖӘНЕ МОНТАЖЫ

Қорек көздерін (ҚК) құрастыру мен монтаждаған кезде ЭА пайдалану шарттарымен, жүктеменің қасиеттерімен, қауіпсіздік талаптарымен және т.б. анықталатын бірқатар факторларды есепке алады. Ең маңызды факторлар болып табылады:

- желілік кернеудің параметрлері;
- жүктеменің тұтынатын тоғы;
- қорек кернеуін қажетті тұрақтандыру деңгейі;
- қорек кернеуінің рұқсат етілген өту деңгейі;

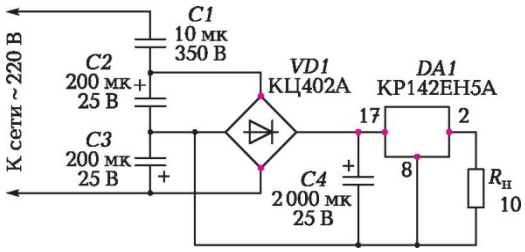
Құрылысы бойынша қорек көздерін екіге бөледі:

- модульдік, энергия тұтынушылары (электондық схемалар) жалғағыштар арқылы қосылады, бір корпуста немесе жеке шассида жасалады; оларды қорек блогы (ҚБ) деп атайды;
  сұлбаішілік, негізгі платамен бір шассида жасалып, онымен электр өткізгіштермен байланыстырылады; оларды қорек көздері (ҚК) деп атайды, бірақ кейбір дереккөздерде оларды екінші реттік қорек блоктары деп атайды[13].

Қорек блоктары мен көздерінің негізгі міндеті – тұрақтандырылған үздіксіз кернеу өндіру. Бұл міндетті сызбалық түрде орындаудың келесідей негізгі әдістері бар:

- трансформаторсыз, сөндіруші резистормен немесе конденсатормен;
- сызықты, классикалық сызба бойынша орындалады: төмендеткіш трансформатор – түзетуші – сүзгі – тұрақтандырушы;
- екінші реттік импульстік: түзетуші көпір — сүзбе —жиілігі 20 — 400 кГц жоғары жиілікті түрлендіруші — импульстік трансформатор — екінші реттік түзетушілер.

Трансформаторсыз сұлбаларды жүктеменің кернеудің тұрақтылығына талапшылдығы төмен және тұтыну тоғы аз болғанда



18.1-сурет. Трансформаторсыз қорек көзінің сұлбасы

қолданады. Мұндай қорек көзінің ең қарапайым сұлбасы 18.1-суретте көрсетілген. Оны құрастыру мен монтаждаудың ерекшелігі бұл блоктың кірісінде 220 В желілік кернеуге есептелген ***C1*** сөндіруші конденсатордың (қағаз немесе керамикалық), сондай-ақ ***C2*** және ***C3*** сыйымдылықты сүзгі-бөлушілерінің қолданылуымен анықталады. ***C1*** сыйымдылығын онда 50 Гц жиілікте бөлінетін

кернеуге байланысты таңдайды; конденсатордың кері жұмыстық кернеуі желілік кернеуден кем дегенде екі есе артық болу керек. Ағып кету мен разрядталудың алдын алу үшін конденсатордың «аяқтарына» керамикалық төлкелер кигізеді. Дискретті элементтерде өтемдік тұрақтандырушының орнына КР142ЕН5 типіндегі (L7805 типінің шетелдік аналогы) кернеуді реттеуші–тұрақтандырушыны қолдану пайдалану сипаттамаларын арттырып, сұлбаны айтарлықтай жеңілдетуге мүмкіндік береді. Бұл - шығу кернеуінің 5 В келетін реттелмейтін тұрақтандырушының отандық микросхемасы. Мұндай микросхеманың кірісінде 15-тен 20 В дейін кернеу әрекет ете алады.

Сызықтық (күштік) ҚБ тұтыну тоғы үлкен аппаратураны қуаттандыру үшін қолданады. Бұл кезде олардың пайдалы әрекет коэффициенті тұтыну тоғы 1 А артық болғанда кезде едәуір төмендейді. Сонымен қатар, ауытқуды тұрақтандыру коэффициенті желілік кернеудің өзгерісіне тәуелді. Олардың қолданысын күштік трансформатордың орамдарындағы жылу берілісінің нәтижесінен пайда болатын үлкен қуат шығындары үшін шектейді.

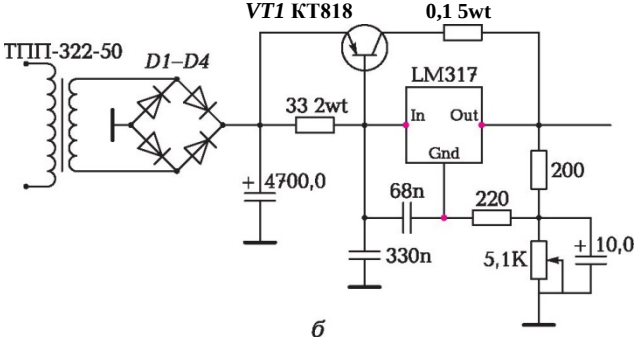
Сызықтық типтің ҚБ сыртқы түрі мен ең қарапайым сұлбасы 18.2-суретте көрсетілген.

Сызықтық ҚБ ерекшелігі көптеген екінші реттік орамдары бар мықты төмендеткіш трансформаторды немесе әрбір қажетті қорек кернеуіне жеке трансформаторларды (18.2, а сурет) қолдану болып табылады. Трансформатордағы пайдалы қуаттың шығыны өте үлкен

болады және нәтижесінде орамдардың бос жүрісте де (бірінші реттік орам), үлкен жүктеме кезінде де (екінші реттік орам) тым қызуына әкеледі. ***D1*** — ***D4*** түзетуші көпірінің шығысында LM317 микросхемасының негізінде жасалған реттеуші тұрақтандырушыны орналастырады, ол шығатын кернеудің 1,2-ден 25 В дейінгі кең диапазонымен ерекшеленеді, оның шегі кіру кернеуі 36 В болғанда кедергісі 5,1 кОм резистормен орнатылады. Үлкен жүктемелер кезінде дискреттік элементтерде компенсациялық типтегі тұрақтандырушыларды қолданалы [36].

Өлшемдері тұтынылатын қуатқа тәуелді, мықты трансформаторды қолдану құрылыстың тербелуі мен механикалық беріктігіне ерекше назар аударуды қажет етеді. Модульдік жасалған ҚБ тербелістері мен соққыларының әсерін азайту үшін

а



б

18.2-сурет. Сызықтық қорек блогының сыртқы түрі (а) мен оның принциптік сұлбасы (б)

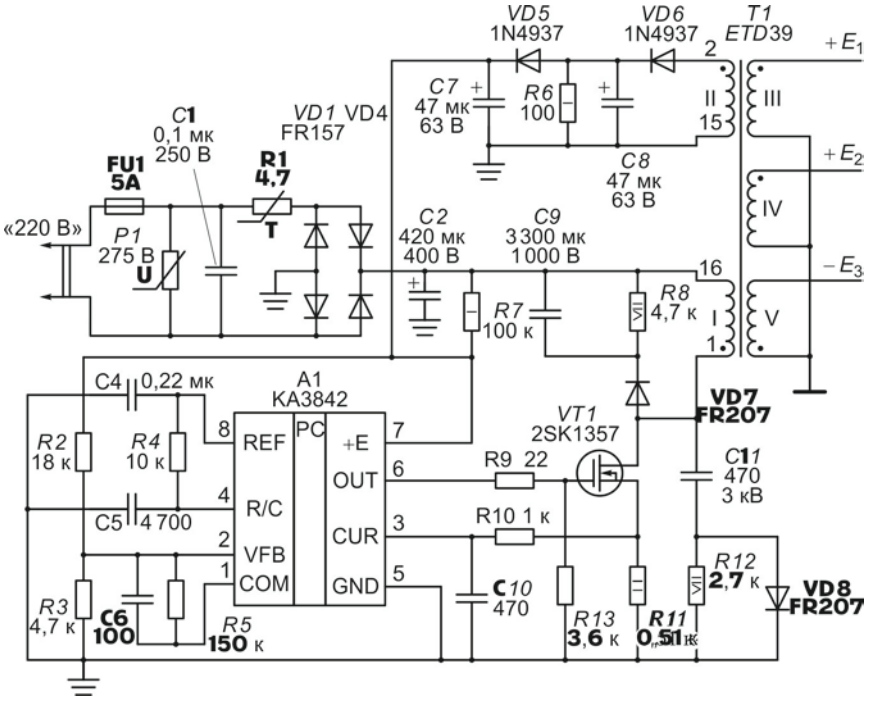
оны амортизаторларға орналастырады немесе бәсендетуші материалдарды қолданады.

Орта қуатты (200 — 400 Вт) ҚБ үшін берік болат негіздер мен арқалықтар қолданылады. Жеке элементтердің құрылысындағы тербеліске беріктікті арттыру үшін қосымша бекітушілерді, бәсеңдетуші қасиеттері жоғары қаттылық бедерлері мен қабырғаларын ендіреді.

Тіпті қуаты төмен сызықтық ҚБ тоқ өтетін тұрақтандырушылар мен кернеу реттеушілері де үлкен жылулық жүктемеге ұшырайды. Бұл жағдайда тиімді салқындатуды қолданған маңызды. Сәуле энергиясын тарату арқылы табиғи салқындату жүйелерін қолданады. Транзисторлар мен реттеушілерді радиаторларға орналастырады; тиімді ауданды арттыру үшін радиаторлардың беті ойлы-қырлы болады.

Сызықтық ҚБ біртіндеп ***екінші реттік импульстік кернеу түрлендіргіштерімен*** шеттетілуде. Оларды дайындау қарапайымдылығы, үнемділігі, технологиялылығы, шығыс кернеуін тұрақтандыру мен зақымнан қорғау деңгейінің жоғарылығы, шағын өлшемдер мен масса ерекше етеді. Бұл құрылғыларға жоғары жиілікті түрлендіргіштің негізінде трансформаторсыз кіріспен жасалған импульстік ҚБ (есептеуіш техника үшін) және импульстік ҚК (тұрмыстық техниканы қоректендіру үшін) жатады (18.3-сурет). Бұл ~110/220 В тең өндірістік желіден қуаттанатын түрлендіршітердің құрамына зор төмен жиілікті күш трансформаторлар кірмейді, ал кернеуді түрлендіру 20 — 400 кГц жиілікте жұмыс істейтін жоғары жиілікті түрлендіргішпен орындалады.

Қорек блогының жұмыс принципі келесе принциптерге негізделген. 220 В желі кернеуі ***VD1*** — ***VD4*** көпірімен (18.3-сурет) ***C2*** сүзгіш конденсаторында бөлінетін амплитудалық мәнге 310 В дейін түзетіледі. Бұл кернеу кері жүріс кілтінің режимінде жұмыс істейтін өрістік транзисторды қуаттандыру үшін жеткізіледі. Кернеудің бір бөлігі (***R7*** резисторы арқылы***)*** ШИМ 3842 контроллерін іске қосады, оның импульстері ***6*** шығысында пайда болып, транзистордың бекітпесіне ***VT1*** жетеді. Транзистор оларды күшейтеді де, оның жүктемесінде, импульстік трансформатордың бірінші реттік орамында ***T1*** тоқ жүре бастайды. Іске қосу импульстері түсіп біткеннен кейін, транзистор жабылады да, трансформатордың бірінші реттік орамында кернеу импульсі бөлінеді, ол трансформатордың екінші реттік орамдары (III, IV және V) арқылы жүктемені қоректендіру үшін ***E1, E2*** және ***E3*** екінші реттік түзетушілерге жетеді



18.3-сурет. Импульстік қорек блогының сызбасы

(диод —электролиздік конденсатор). Бұл үдеріс 30 — 400 кГц жиілікпен қайталанады. Жүктемеге берілетін қуатты арттырған кезде жиілік 400 кГц дейін көбейеді. ШИМ контроллеры тиімді тұрақтандырушы болып табылады және кері байланыстар арқылы қорғау функцияларын атқарады. Мықты трансформаторлардың болмауы тербелістерден қорғау мен шасси беріктігін қажет етпейді, ал шығыс транзисторының импульстік режимде жұмыс істеуі оның жылу режимін айтарлықтай жеңілдетеді. Сондықтан ***VT1*** транзисторы орналасқан радиатордың көлемі кішірек болады, жұқа алюминий пластинадан не көгілдір болаттан жасалады. Екінші реттік импульстік түрлендіргіштердің маңызды кемшілігі кедергілер деңгейінің үлкен болуы болып табылады. Олармен күресу үшін келесідей шаралар қолданылады:

- импульстік трансформаторды арнайы металл фольгаға қаптап, радиотехникалық сәулелену деңгейін азайтады;

- сұлбаның «ыстық» бөлігінің «жерін» (желіге қосылған қорек блогының сол бөлігі) негізгі сұлбаның «корпусынан» ажыратады, бұл гальваникалық тоқтарды азайтады;
- импульстік ҚБ мен ҚК сымдарды қолданбай, электр байланыстарын платадағы тоқ өткізгіш жолдар бойынша жасайды;
- кері жүріс импульстерінің «дірілдеуін» сөндіру үшін ***VD6C8*** тізбегі қолданылады (18.3-сурет);
- жүктеме сұлбасы («суық» бөлік) мен қорек блогының «ыстық» бөлігін конденсатормен шунталған бірнеше жүздеген мегаом кедергі арқылы гальваникалық түрде қосады.

Импульстік ҚБ желіге қосуды еуропалық стандарт бойынша қорғаныш жерлендірумен жасаған ұсынылады, әйтпесе, жоғарыда айтылып өткен кедергімен күрес жолдары тиімсіз болады.

18.2. КҮШЕЙТКІШ ҚҰРАЛДАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ, ҚҰРАСТЫРЫЛУЫ МЕН МОНТАЖЫ

Электрондық техниканың негізгі құрастыру бірліктерінің бірі күшейткіш болып табылады. Бұл электрондық құрылғы кірісте сигналдардың электрлік параметрлері (кернеу, жиілік) белгілі бір мәндерге тең болған кезде шығыста тура сол пішінді, бірақ амплитудалық мәні үлкенірек сигнал алуға мүмкіндік береді.

Құрастыру-монтаждау операциялары жағынан қарастырғанда күшейткіш үш негізгі түйіннен тұратын кешенді құрылғы (блок) болып табылады. Олар бір-бірімен кабельдер мен сымдар арқылы байланыстырылған жеке модульдер түрінде, ал қуаты аз күшейткіштер бір платада немесе бір микросхеманың корпусында жасалады. Берілген блоктың құрамына кіреді:

- кіріс күшейткіші;
- алдын ала күшейткіш;
- шығыс күшейткіші.

Аталып өткен күшейткіштердің әрқайсысының өзіндік атқарымдық міндеті, сәйкесінше, құрастыру кезінде есепке алынатын параметрлері, сипаттамалары мен құрастыру принциптері бар.

Кіріс күшейткіші бірінші қаңқа ретінде қамтамасыз ету керек:

- сигнал көзімен берілетін қуат деңгейі бойынша келісуді;

- сигнал көзіне әсерді төмендету үшін жоғары кіріс кедергіні;
- өзінің шуылының төмен деңгейін;
- сыртқы әсерлер мен кедергілерді шектеуді.

Аталып өткен міндеттерді құрылымдық түрде де, құрастыру-монтаждау операциялары барысында да шешуге болады.

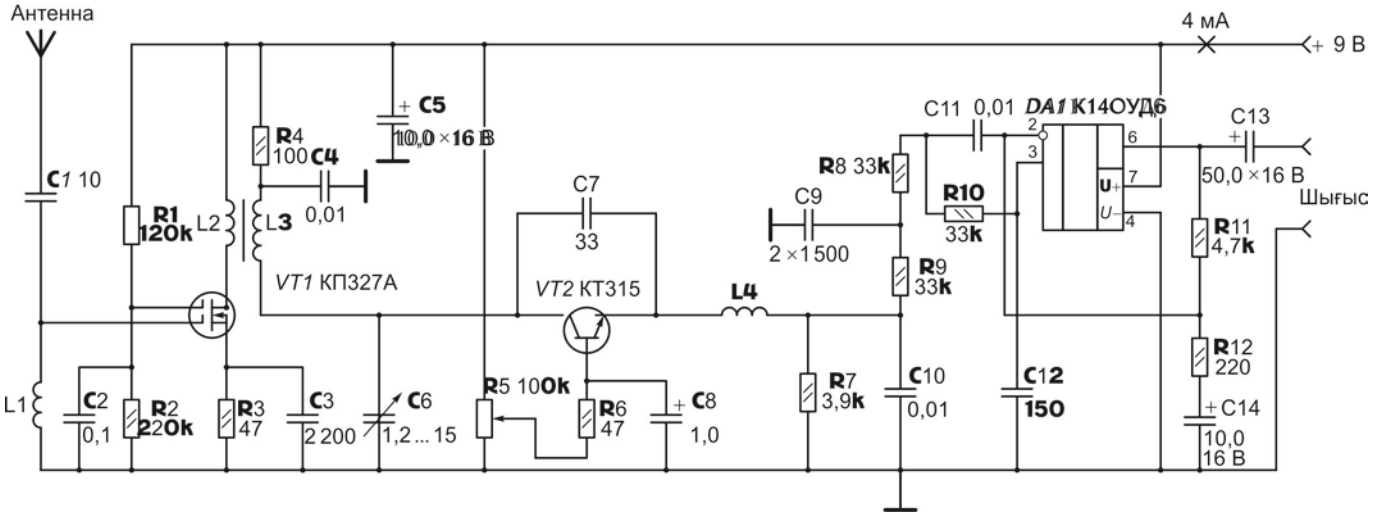
Белсенді күшейткіш элемент ретінде, әдетте, қуаты төмен өрістік транзистор алынады [11]. Шумен және кедергілермен күресу үшін құрама каскад мен дифференциалды күшейткіштерді қолданған жөн.

Құрама каскад (каскадтық сұлба) ортақ негіз — ортақ эмиттер немесе ортақ бекітпе — ортақ көз принципі бойынша гальваникалыө түрде байланыстырылған екі транзистордан құрастырылған каскадтан тұрады. 18.4-суретте екі бекітпелі өрістік транзистор мен ***VT2*** негізі ортақ сұлбадан тұратын кіріс каскады көрсетілген. Мұндай сұлба жоғары күшейткіш коэффициентін беріп, өздігінен қозу мен шуылмен жақсы күреседі.

Дифференциалды каскадты қолдану [26] кірістегі кедергілермен және параметрлердің температурадан тәуелділігімен тиімді күресуге мүмкіндік береді. Дискреттік элементтердегі каскадты операциялық күшейткішпен (ОК) алмастыруға болады. 18.4-суретте оның функцияларын К140УД6 микросхемасы атқарады.

Құрастыру-монтаждау жұмыстарын орындаған кезде кіріс каскадының мұқият экрандалуын қамтамасыз ету керек, өйткені оған әдетте антенналардан, датчиктерден және өзге құрылғылардан жоғары жиілікті шағын сигналдар түседі. Кейбір компоненттер мен микросхемаларды металл экрандарға орнатады, қосылыстардың қолданылуын сымдардың көмегімен шектейді, ең болмағанда экраны жерлендірілген экрандалған сымды ғана қолданады. Кіріс каскадында тұрақт төмен кернеуден қорек алатын, қуаты төмен транзисторлар қолданылатындықтан, құрастыру кезінде қоректендіруші кернеудің тұрақтылығына ерекше назар аударады.

Кіріс каскадының сипаттамаларының тұрақтылығын қамтамасыз ететін іс-шаралардың бірнеше шешімі болады. Олардың біреуі 18.4-суретте бейнеленген кіріс каскадының сызбасында көрсетілген. Өрістік кіріс транзисторда қорек және басқару тізбектерін бөлу үшін екі оқшаулағыш бекітпе болады. Индуктивті кіріс каскадының шығысын ***L2L3*** экрандалады. Өзгертпелі конденсатор ***C6*** екі каскадтардың ***VT1*** — VT2 келісуі үшін арналған. ***VT2*** ортақ негізді каскадының жылу тұрақтандырушы тізбегі ***R6C8*** бар. Қорек кернеуінің тұрақтандырылуы ***C5*** ыдысымен қамтамасыз етіледі.



18.4-сурет. Кіріс каскадын қосу сызбасының үлгісі

Сонымен қатар, электролиздік конденсаторға параллель жоғары жиілікті кедергілерді сүзгілеуге арналған шағын керамикалық конденсатор орналасқан. Кіріс күшейткішінің әрбір каскады кедергілерді өткізу үшін электрлік түрде «шешіледі».

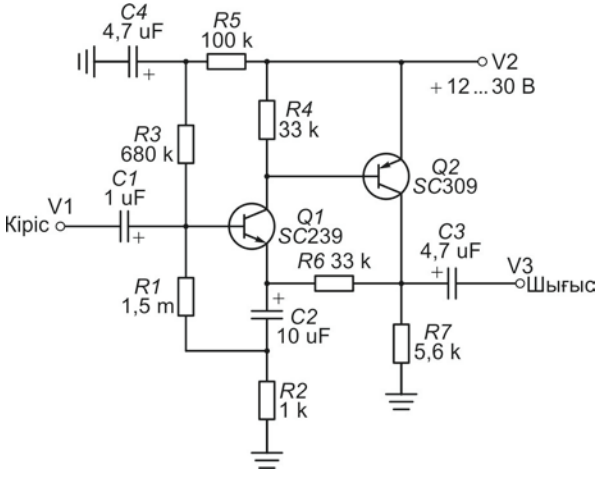
Егер кіріс күшейткішін жеке модуль ретінде құрастырса, онда оны реттеушілерден басқа тесіктер саны барынша аз металл экранға орнатады.

Алдын ала күшейткіш қуатты соңғы күшейткіштің бастапқы шарттарын қамтамасыз ету үшін каскадты «қозғалысқа келтіретін» рөл атқарады. Оған келесідей талаптар қойылады:

- кең жиіліктер аралығында сигналды бұрмаламай күшейту (қатар бүкпелердің төмен деңгейі);
- температуралық тұрақтылық;
- сигналдың жиіліктік құрамдастарын түзету;
- өзінің шуылың төмен деңгейі.

Осы міндеттерден сүйенсек, алдын ала каскад транзистордың (шамның) кірістік сипаттамасының сызықтық бөлігінде жұмыс істеп, оң және теріс кері байланыстары бар кең жолақты болып, тиімді жылу тұрақтандырғыш жүйесі болу керек.

Мұндай күшейткіштің үлгісі 18.5-суретте көрсетілген. Бұл ең қарапайым алдын ала күшейткіш сигналды 32 есе күшейтіп, оның жоғары сапасын ***C1C3*** полярлық конденсаторларының көмегімен,

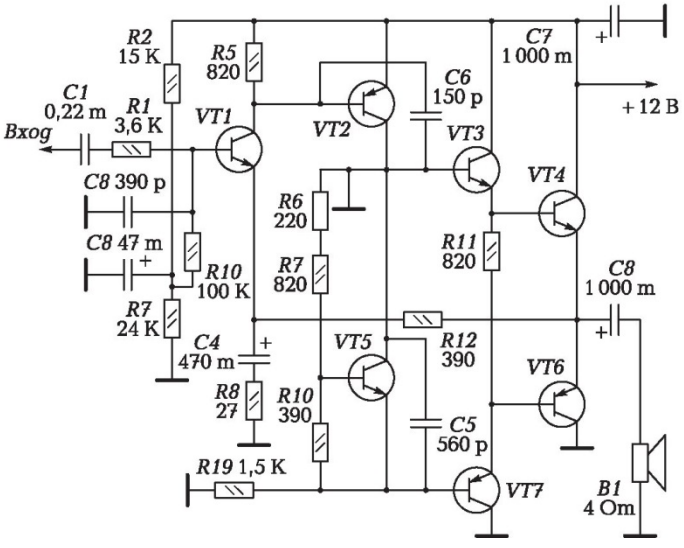


18.5-сурет. Алдын ала күшейткіш каскадтың жүзеге асыру схемасы

C2 конденсаторының көмегімен жылу тұрақтылығын, ***Q2*** транзисторы арқылы шығыс сипаттамаларының тұрақтылығын қамтамасыз етеді. ***Q1*** негізгі күшейткіш элементі сызба бойынша ортақ эмиттермен қосылған және максималды күшейткіш коэффициентін қамтамасыз етеді. Каскадтар арасындағы гальваникалық байланыс өткізудің кең жолағын құрады.

Жоғары сапалы алдын ала күшейткішті жеке корпуста жасап, қуат күшейткішіне коаксиальді жалғағыш пен экрандалған сымның көмегімен қосады; оны шынытекстолиттен жасалған платада аспалы монтажбен монтаждайды. Барлық конденсаторлар фольгалық (мыс фольга мен фторопластты диэлектрик), резисторлар жоғары дәлдікті (ауытқу ±0,5 % артық емес), сымдық және металл қабыршақты. Монтаждау күмістелген сымдар мен құрамында күміс бар арнайы дәнекердің көмегімен жасалады. Қуаты орташа биполярлы транзисторларды, кейде операциялық күшейткіштерді қолданады.

Қуатты күшейткіштің (соңғы күшейткіш) негізгі міндеті – рұқсат етілген шу мен бұрмалау деңгейлерін сақтай отырып максималды күшейту коэффициентіне жету. Бұл мәселені шешу үшін шамдық (жиілік сипаттамалары жоғары және шуылы төмен), транзисторлық (үнемді, ПЭКі үлкен), микросхемалық (кедергілер деңгейі төмен) күшейткіштерді қолдануға болады.

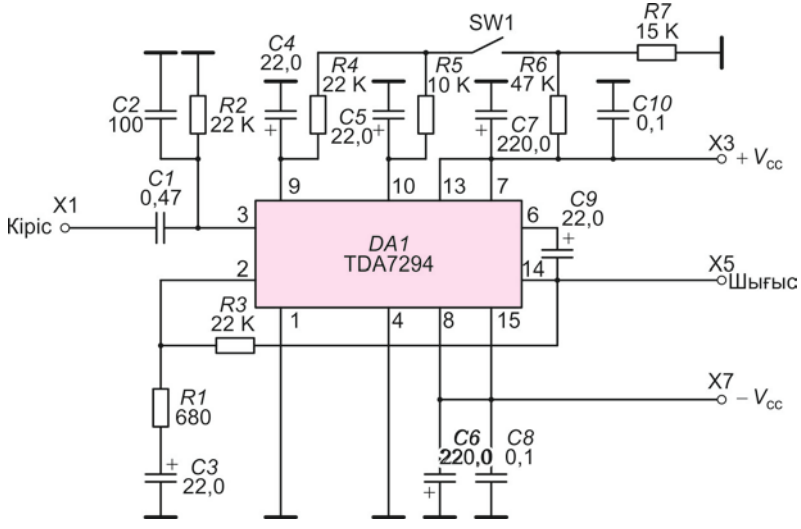


18.6-сурет. Транзисторлардағы В тобының қуат күшейткіші

Шамдық күшейткіштердің мықты қорек көздерін талап ететін және көлемі мен массасы үлкен болатын, жоғары сапалы дыбыстық аппаратурадағы қолданысы шектелген.

Дискретті транзисторларда жасалған (18.6-сурет), максималды күшейту режимінде жұмыс істейтін В немесе АВ тобының күшейткіштері ең көп қолданылады. Бұл күшейткіштердің ПЭКі 50 — 60%, яғни энергияның жартысы ғана жүктемеге кетеді. Олардың жұмысының негізін қалаушы принцип кіріс сигналын ***VT1*** транзисторындағы қосфазалы күшейткіштің көмегімен екі жартылай толқынға бөліп, әрбір жартылай толқынды жеке өңдеу болып табылады. Пайдалы сигналдың («сатысыз») екі жартылай толқынын ***VT4*** және ***VT6*** шығыс каскадтарында күшейткеннен кейін сапалы біріктіру транзисторларды мұқият таңдау мен олардың жұмыс нүктелерін ***R11*** резисторының көмегімен жылжыту арқылы жасалады (шығатын сигналда сатының болуы дыбыстың бұрмалануын тудырады). Шығатын сигналды жүктемеге (динамикке) жіберу үшін ***C8*** электрлиздік конденсаторы қолданылады. Мұндай күшейткіштердің құрастырылу мен жұмыс принциптері [26] толығымен түсіндірілген.

Күшейткіштің жиілік диапазонының шеттерінде өздігінен қозу мүмкіндігі бар. Монтаж қатты, элементтердің шықпаларының ұзындықтарына барынша қысқа болу керек. Бұл жағдайларды қамтамасыз ету үшін монтажды сүйеніш аймақтары бар баспа платасында орындайды.



18.7-сурет. Микросхемадағы қуат күшейткішінің сызбасы

Күшейткіштің қуаты 70—100 Вт болған кезде қосымша салқындату қолданылмайды. Қуаты 100 Вт астам болған кезде желдеткіш міндетті емес.

Соңғы күшейткіштердің ең танымал D тобы микросхемалық түрде жасалады. Гармоника коэффициенті 0,03 % болғанда бұл орта қуатты (20—100 Вт) күшейткіштердің ПӘКі 90 %

Бұл күшейткіштердің ерекшелігі сандық басқару каналдардың қолданылуында. Мұндай күшейткіштердің соңғы каскадтары аналогты болады. 18.7-суретте осындай күшейткішті қосудың сызбасы көрсетілген.

Микросхемаларда жасалған күшейткіштер құрастыру мен монтаждаудың ерекше жағдайларын қажет етпейді, ал оларды салқындату үшін радиатор қолданылады.

18.3. ЭЛЕКТРОНДЫҚ ГЕНЕРАТОРЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ, ҚҰРАСТЫРЫЛУЫ ЖӘНЕ

Электрондық генераторлар қорек көзінің энергиясын кернеудің немесе тоқтың электрмагниттік тербелісіне түрлендіреді. Қолдану салалары бойынша генераторлар келесідей жіктеледі:

- жетекші гармоникалық (синусоидты) тербелістер генераторлары;
- тікбұрышты импульстердің генераторлары;
- ара тәрізді кернеу генераторлары.

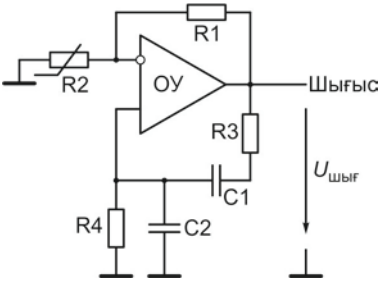
Гармоникалық (синусоидты) тербелістердің генераторларын:

- сандық және микропроцессорлық техникада тактілік генераторлар ретінде;
- тюнерлердің схемаларында гетеродиндар ретінде;
- радиотаратқыштарда болжау генераторлары ретінде;
- түрлендірушілерде тірек жетекші жиілік көзі ретінде қолданады.

Құрылысы бойынша оларды негізінен ***RC***-генераторларда жасайды [11].

Операциялық күшейткіштердегі синусоидты тербелістердің RC-генераторының ең қарапайым сызбасы 18.8-суретте көрсетілген. Бұл ***генератор автотербелмелі.*** Онда белсенді элемент ретінде операциялық күшейткіш ОК қолданылады, кері байланысты ***R3C1*** тілме сүзгісі құрайды.

18.8-сурет. Синусоидты тербелістердің RC-генераторының сызбасы

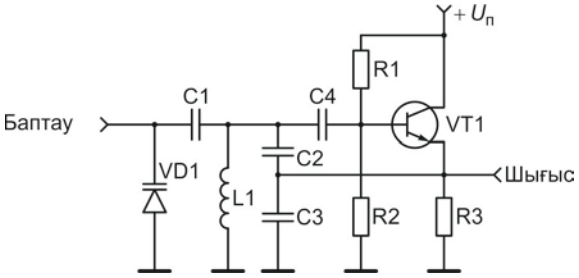


Фазалар теңгерімінің шарттарын орындай үшін кері байланыс бөлімінің шықпасы ОК терістемейтін кірісіне қосылады. ОК терістемейтін кірісі бойынша амплитудалар теңгерімінің шарттарын орындау үшін күшейту коэффициенті ***K*** = 3 болу керек, сондықта $\boldsymbol{R_1 = 2R_2}$.

Амплитудалар теңгерімінің шарттары қатаң орындалған және мінсіз ОК болған кезде сызбада жиілігі $f = 1/2\pi R_3C_1$ өшпейтін тербелістер пайда болады. Алайда бұл тербелістердің амплитудасы анықталмаған. Сонымен қатар, ***R1*** кішкене ғана төмендеуі тербелістердің өшуіне әкеледі. Керісінше, ***R2*** артуы тербелістердің амплитудасының күшейткіштің қанығуына дейін көбеюіне әкеледі де, нәтижесінде, генератордың шығатын кернеуінің елеулі сызықтық емес қателіктерін тудырады. Бұл жағдайлар генератор құрамында амплитуданы автоматты реттеу жүйесін қолдануды шарттайды. Ең қарапайым жағдайда ол үшін ***R2*** резисторы ретінде сызықтық емес элементті (вариометр) қолданады, оның динамикалық кедергісі тоқ амплитудасы өскен сайын артады.

Автогенератордың жиілігінің тұрақты болуы үшін пьезэлектрлік резонаторды қолданады, ол үстіне электродтар қойылған кварц пластина болып табылады. Кварцтік тұрақтандыруды белсенді элементі логикалық элемент болып табылатын, сандық техниканың тактік импульстерін жетекші генераторларда кең қолданады [24]. Келтірілетін кернеу жиілігі кварцтің өзінің тербелу жиілігімен сәйкестенген кезде механикалық резонанс туындайды да, кварцтік резонатор өзіндік жиілігі кварц өлшемдерімен анықталатын, реттік тербелмелі контурға (***RC***) баламалы болады. Кварц автогенераторының негізгі артықшылығы жоғары жиілік тұрақтылығы болып табылады.

Гетеродин гармоникалық тербелістердің ерекше генераторларына жатады. Ол радиоқабылдаушы және



18.9-сурет. Қарапайым гетеродиннің сызбасы

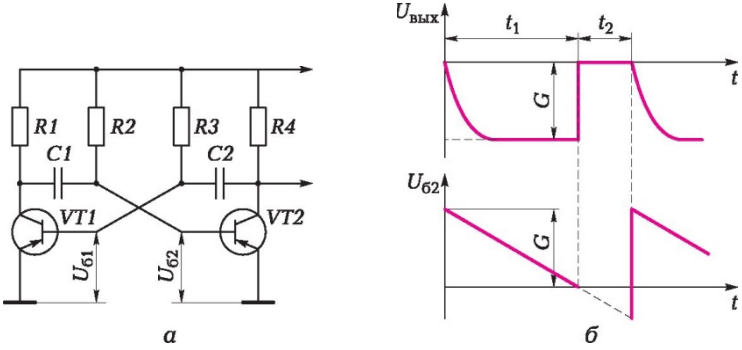
теледидарлық техникада қолданылады. Оның жиілігі кіретін ЖЖ сигналдың өзгерісімен бір ырғақты өзгереді, солайша олардың арасындағы айырма әрқашан тұрақты болады. Бұл өзгерістер LC-контурдың тізбегіне қосылған варикаптың сыйымдылығының өзгеруіне байланысты болады (18.9-сурет).

«Баптау» тізбегі бойынша ***VD1*** варикапқа баптау кернеуі түседі, оң кері байланыс (ОКБ) ***L1C2C3*** контурында жүзеге асады.

Гармоникалық тербеліс генераторларын монтаждау элементтердің мұқият таңдау мен тербелмелі контурларды экрандау болып табылады. Генераторлардың құрылысы олардың кедергілерден жоғары деңгейде қорғалуын қамтамасыз ету керек. Әдетте, олар микросхемаларда (есептеуіш техника үшін) немесе радио және телеқұрылғылардың тюнерлердің құрамында жасалады. Ауыстырулар кезінде жоғары жиілікті кедергілер мен қорек кернеуінің ауытқуларын болдырмау үшін бұл түйіндердің қорек көздерінің тұрақтылығы жоғары әрі керамикалық және электролиздік конденсаторлармен тұйықталған болу керек. Гетеродин, әдетте, түрлі жиілікті сигналды түрлендіргіш-тудырушымен бірге бір элементте жасалады, бұл сигналдардың сымдар бойынша өтуінің есебінен тума кедергілерді болдырмайды.

Автогенераторларды реттеудің технологиялық үдерісі монтажды, қорек режимдерін, сызбаның жұмысқа қабілеттілігін, берілген жиіліктердің барлық диапазоны бойынша генерацияның болуын және паразиттік модуляцияның болмауын тексеруден тұрады. Автогенератордың жиілігін берілген диапазонда бірқалыпты қайта құру айнымалы сыйымдылық конденсаторымен, варикаппен, вариометрмен немесе білікті катушкамен жасалады.

Тікбұрышты импульстердің генераторлары импульстік техника элементтеріне жатқызылады және радиобайланыс, теледидар, радиолокация, сандық техникада синхронды импульстердің көзі



18.10-сурет. Симметриялы мультивибратор (а) мен кернеу эпюрінің (б) сызбалары

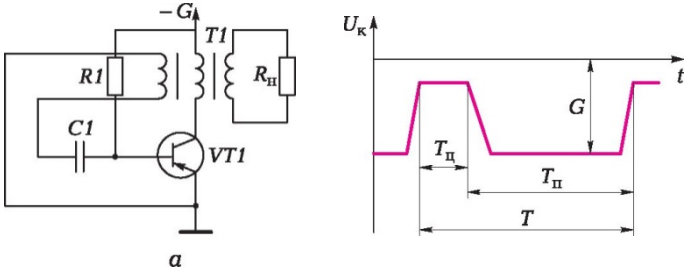
ретінде және өлшеуіш құралдардың құрамында сандық және аналогты тізбектерді тексеру үшін қолданады.

Тікбұрышты импульстердің генераторының бір түрі ***мультивибратор*** болып табылады. Ол энергия жинақтағышы және ,ауыстырылып қосылуы жинақтағыштағы энергия қорымен шартталатын, электрондық кілті бар босаңдатушы генератор болып табылады [4, 11].

Мультивибратордың тербелістерінің жиілігі, импульстерінің ұзақтығы мен шығатын кернеудің пішіні жұмыс сызбасының режимі мен параметрлеріне байланысты (18.10-сурет).

Мультивибратормен тудырылатын импульстер жиілігінің тұрақтылығы қорек көздерінің кернеулерінің тұрақтылығына, транзисторлардың жылу режиміне, сызбаның жеке элементтерінің параметрлерінің есептелген мәндерден ауытқуына және т.б. тәуелді.

Тікбұрышты импульстердің өзге көзі болып импульстік техниканың тағы бір өкілі – ***блокинг-генератор*** саналады,



18.11-сурет. Блокинг-генераторды (а) мен кернеу эпюрінің (б) сызбалары

ол импульстік трансформатормен тудырылатын оң кері байланысы бар, бір каскадты босаңдатқыш қысқа мерзімді импульстердің генераторы болып табылады. Блокинг-генератор автотербеліс және күту режимінде жұмыс істей алады.

Транзисторда жасалған блокинг-генератордың сызбасы 18.11, ***а*** суретте, ал оның шығатын кернеуінің уақыттық диаграммасы 18.11, ***б*** суретте көрсетілген.

Блокинг-генератордың жұмыс тұрақтылығы көбінесе импульстік трансформатордың сапасымен анықталады. Тарнсформатордың импульстік режимде жұмыс істейтінін есепке алынса, оның орамдарындағы тоқтың кенет өзгерісі біліктегі магниттік өрісте тура сондай өзгерісті тудырады, сондықтан білікті арнайы материалдардан (мысалы, пермаллойдан және т.б.) үлкен бастапқы өткізгіштікпен және төмен электрмагниттік шығындармен жасайды.

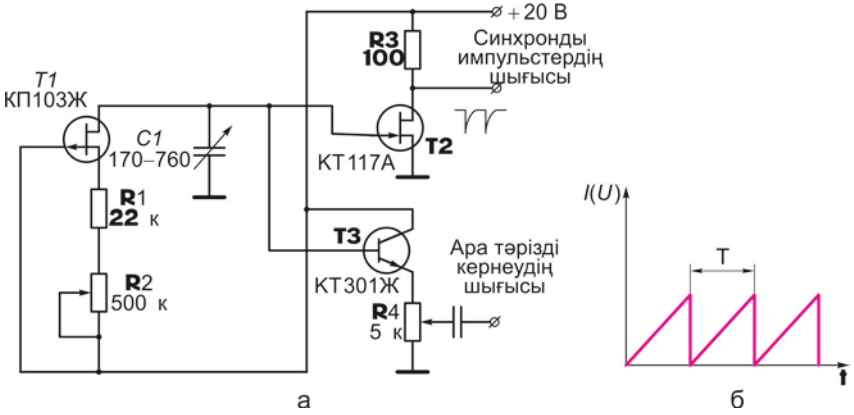
Жоғары импульстер қуыстылығын (ондаған мың бірліктерге дейін) алу мүмкіндігі блокинг-генераторларды жиілік бөлушілерде, импульс есептеуіштерде, ара тәрізді кернеу генераторлары мен қорек көздерінде қолдануға жағдай жасайды.

Тікбұрышты импульс генераторларының негізгі параметрлеріне импульс жолдарының жиілігінің өзгеру диапазонын, амплитуда шамасын, импульстердің шебінің және түсуінің ұзақтығын жатқызады.

Генераторларды тексеру және реттеу үшін арнайы өлшеуіш аппаратураны (шағын және үлкен уақыт аралықтарын өлшеуіштерді, әмбебап осциллографты, импульстік вольтметрді, импульстік және синусоидты тербелістер генераторларын) қолданады. Импульстердің шебінің және түсуінің ұзақтығын импульс амплитудасының 0,1 және 0,9 деңгейлері арасында тексереді. Өлшемдерді ұзақтық диапазонының шеткі және ортаңғы нүктелерінде және импульстердің өтетін жолдарының үш жиіліктерінде өткізеді. Тексеру барысында генератордың шықпасы келісілген жүктемеге жүктелу керек.

Импульстердің өту жолының жиіліктерінің қателіктерін тексеруді уақыт аралықтарын өлшеуішпен немесе электрондық- есептеуіш жиілік өлшегішпен өткізеді. Тербелістердің жиілігі мен амплитудасының тұрақтылығы климаттық және механикалық әрекеттерге, қорек көздерінің тұрақтылығы және автогенератордың жеке элементтері мен кейінгі каскадтар арасындағы паразиттік байланыстарға тәуелді.

Ара тәрізді кернеу генераторлары (18.12-сурет) аналогты-сандық (АСТ) және сандықаналогты (САТ) түрлендіргіштердің компараторларында, салыстыру сызбаларында қолданады, ал теледидар мен осциллографтарда жетекші жайма генераторлары ретінде пайдаланылады.



18.12-сурет. Ара тәрізді кернеу генераторының сызбасы

Олардың жұмысы реактивті элементте (конденсаторда, индуктивтілік катушкасында) энергияның жиналуымен байланысты.

Жинақтағыш ретінде ***C1*** конденсаторы қолданылады (18.12, а сурет). Импульстердің ұзақтығы ***T*** (18.12, ***б*** сурет) ***C1*** конденсаторы мен ***R2*** резисторының параметрлерінің қатынасымен анықталады. Бұл генераторларға қойылатын негізгі талап – ара тәрізді кернеудің тұрақтылығы мен сызықтылығы, олар конденсатор мен резистордың параметрлерінің дәлдігіне, сондай-ақ қорек кернеуінің тұрақтылығына тәуелді. Генераторларды монтаждаған кезде осы элементтердің сапасына назар аударады. Керамикалық өзгертпелі конденсаторлар мен сымсыз жұқа қабатты металл диэлектрлік резисторларды қолданған жөн. Кернеудің сызықтылығы конденсаторды зарядтайтын тоқтың тұрақтылығына тәуелді, ол үшін генератор тұрақты зарядтау тоқ көзімен қамтамасыз етілу керек.

18.4. РАДИОҚАБЫЛДАУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ, ҚҰРАСТЫРЫЛУЫ МЕН МОНТАЖЫ

Радиоқабылдау құрылғылары радиосигналдарды қабылдап, оларды дыбысқа айналдыру үшін арналған, ол үшін келесідей әрекеттер атқарылады:

- қабылдағыш антеннаның көмегімен электрмагниттік сәулеленуден (радиотолқындардан) электр сигналын (радиосигналды) құрастыру;

- пайдалы сигналдарды өзге сигналдар мен кедергілер жиынтығынан бөлу (жиілік бойынша сүзгілеу);
- сигнал/шу қатынасын арттыру мақсатында детектор мен декодердің сапалы жұмысын қамтамасыз ету үшін таңдалған сигналды күшейту;
- радиосигналдағы пайдалы ақпаратты (дыбысты) бөліп шығару үшін қабылданған сигналды демодуляциялау (детекторлау);
- дыбыстық сигналды қуат бойынша күшейту.

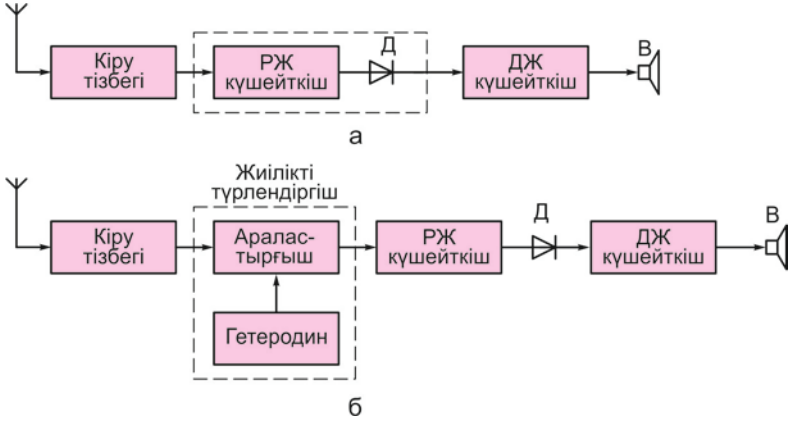
Радиосигналдар торының бірнеше диапазондары болады: толқын ұзындығы 1 —10 км ұзын толқынды (ҰТ); толқын ұзындығы 100—1000 м орта толқынды (ОТ), толқын ұзындығының диапазоны 10—100 м қысқа толқынды (ҚТ), толқын ұзындығы 1-ден 10 дейін дециметрмен өлшенетін ультра қысқа толқынды (УҚТ). УҚТ диапазонда жиіліктік модуляция (ЖМ, FM), ал қалғандарда амплитудалық модуляция (АМ) қолданылады. Осылайша, УҚТ диапазонда жіберілетін сигналдар кедергілерден жақсырақ қорғалған, бірақ тура көрінімділік шекарасынды ғана таралады. АМ диапазонының толқындары УҚТ диапазон толқындарына қарағанда үлкенірек қашықтықтарға таралады, бірақ олар азырақ қорғалған.

Радиоқабылдау құрылғыларының сапалы көрсеткіштері электрлік және құрылыстық-пайдалану сипаттамалармен анықталады. Міндеті бойынша қабылдағыштарды кәсіптік және хабарламалық (тұрмыстық) деп жіктейді. Кәсіптік радиоқабылдағыштарға желілік, радиолокациялық, радионавигациялық, радио және телебасқару және т.б. жатқызады. Тұрмыстық радиоқабылдағыштар дыбыстық хабарлама бағдарламаларының қабылдануын қамтамасыз етеді.

Қабылдағыштың негізгі сипаттамаларына жатады: сезгіштігі, таңдаушылығы, кедергіге төзімділігі мен динамикалық диапазоны.

Қабылдағыштың сезгіштігі — өте әлсіз пайдалы сигналдарды қабылдау қабілеті. Оны қабылдағыштың шығысында берілген сигнал/шу қатынасында номиналды (қажетті) қуатты сигналды қамтамасыз ететін кіретін радиосигналдың минималды қуаты бойынша бағалайды.

Таңдаушылық, немесе іріктегіштік, — антенна қабылданған көптеген сигналдар мен кедергілердің арасынан пайдалы сигналды бөліп алу қабілеті. Пайдалы сигналдың кедергіге қатынасы ретінде децибелмен (дБ) өлшенеді. Радиотехникадағы дециБел – бұл пайдалы сигнал амплитудасының кедергіге қатынасының ондық логарифмі. Телефонды ойлап табушы А.Г.Беллдың құрметіне аталған.



18.13-сурет. Тура күшейту қабылдағышы (а) мен супергетеродинді қабылдағыштың (б) құрылымдық сызбалары

фона А. Г. Белла. Іс жүзінде жиі белдың ондық бөлігін — 0,1 Б = 1 дБ қолданады.

Кедергіге төзімділік — радиоқабылдағыштың кедергілер деңгейінде тұрақты қабылдауды қамтамасыз ету қабілеті.

Динамикалық диапазон — дыбыстық сигналдардың күшейту коэффициентінің 70% деңгейіндегі жиіліктер жолағын анықтайды.

Құрылысы мен қолдану саласы бойынша радиоқабылдағыштарды тура күшейту мен супергетеродинді қабылдағыштар деп бөледі.

Қарапайым ***тура күшейту қабылдағышының*** құрылымдық сызбасына (18.13, а сурет) азушылды күшейткіші бар кіріс тізбегі, жоғары (радио) жиілікті күшейткіш (ЖЖК, РЖК), детектор (Д) мен төмен (дыбыстық) жиілікті күшейткіш (ТЖК, ДЖК) кіреді.

Кіріс тізбегі мен РЖК қабылдағыштың жоғары жиілікті трактысын құрайды және қажетті сигналды көптеген өзге сигналдар мен кедергілерден бөлетін резонанстық контурлар тізбегін қамтиды. Детектормен (демодуляторомен) радиосигналдан бөлінген пайдалы ақпараты бар дыбыстық сигнал күшейтіліп, кедергілерден сүзгіленеді. Дыбыстық сигналды күшейткіш түпкі құрылғыға (динамикке) арналған кернеуді (қуатты) құрайды.

Супергетеродинді қабылдағыш (18.13, ***б*** сурет***)*** хабарлау сигналдарын қабылдап, олардың ішінен таңдалған радиостанцияның қажетті сигналын қолмен немесе автоматты түрде баптау арқылы бөлуді қамтамасыз етеді.

Қабылдағыштың пайдалы сигналға бапталуын кіріс тізбегінің сүзгілерінің жиілігін қайта баптай арқылы жасайды.

Радиосигнал антеннадан азшуылды күшейткіштің (АШК) кірісіне, одан кейін екі кірісі бар, сигналды жиілік бойынша түрлендіретін арнайы элемент – араластырғыштың кірісіне беріледі. Аралыстырғыштыг бір кірісіне антеннамен қабылданған сигнал, ал екіншісіне гетеродин сигналы түседі. Гетеродинді тракт пайдалы сигналдардың жиілігінен 10,7 МГц (УҚТ диапазон) және 465 кГц (АМ-диапазон) артық жиіліктер торын аралық жиілік (АЖ) сигналын құру үшін жасайды. Радиоқабылдағыштардың жұмысы [21, 33] толығымен қарастырылған.

Гетеродиннің тербелмелі контуры кіріс контурымен бір уақытта өзгереді. Аралыстырғыштың шығысында жиілігі гетеродин мен радиостанциямен қабылданатын жиіліктердің қосындысы («айналы» канал) мен айырмашылығына (пайдалы сигнал) тең сигналдар пайда болады. Тұрақты аралық жиілікке сәйкес келетін айырымды сигнал шоғырландырылған іріктеме сүзгісінің (ШІС) көмегімен бөлінеді де, АЖК бір немесе бірнеше каскадтарымен күшейтіледі, одан кейін ол модуляцияланған сигналдан жиілігі төмен (дыбыстық) сигналды қалпына келтіретін детекторға жетеді. Осылай ШІС пен АЖК жиілік бойынша өзгермейді, бұл супергетеродинді қабылдағышта өткізу жолағын өзгертпей отырып, жоғары жиілікті таңдаушылықты алуға мүмкіндік береді, сондай-ақ пайдалы сигналды кедергілерден тиімді сүзгілеу орындалады.

Принциптік артықшылықтарға ие бола отырып, супергетеродинді қабылдағыштың құрастыру-монтаждау операцияларының мұқият орындалуы арқылы «сырлана» алатын кемшіліктері де жоқ емес. Елеулі кемшілік болып айналы каналдың бар болуы табылады, ол аралық жиілікті каналдың сүзгілерімен басылмайды. Осылай, егер екі таратқыштың жиіліктері бір-бірінен аралық жиіліктің екі еселенген мәніне өзгешеленсе және оларды бөлу үшін еш шара қолданылмаса, онда олар бірдей жақсы естіледі. Бұл құбылыспен күресу жолдары кіріс сүзгілерін нақты баптау мен олардың сапасымен қамтамасыз етіледі. Айналы каналдың жиіліктерін басу сондай-ақ резонанстық контурлардың орнына кірістік тізбекке және УЖЖ қабылдағыштың каналына қосылған жолақтық сүзгілерді қолдану арқылы жасалады.

Егер көрші каналдың жиілігі қабылданатын сигналдан аралық жиілікке кем не артық болса, онда жеткіліксіз таңдаушылық үшін ол кіріс контурларымен сүзгіленбейді. Көрші каналдармен негізгі күрес – ШІС таңдаушылығын арттыру. Негізгі әдіс – әдеттегі сүзгілерді

беттік акустикалық толқындардағы (БАТ) жолақтық сүзгілермен алмастыру. Қабылдаудың жанама каналдарының сигналдарын басу (соның ішінде айналыны да) аралық жиілік артқан кезде жақсарады, алайда бұл кезде қабылдағыштың таңдаушылығы нашарлайды.

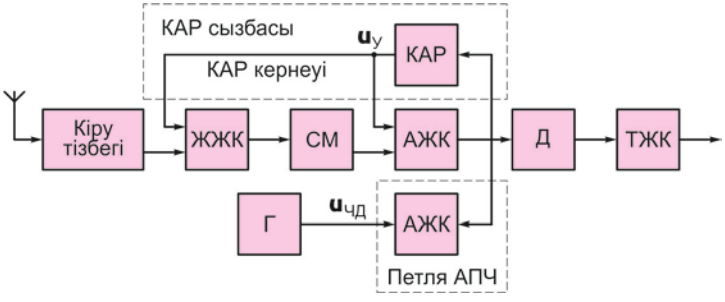
Гетеродиннің жиілігін пайдалы сигналдың жиілігімен бір уақытта өзгерту жоғары жиілікті тракт пен гетеродиннің баптау мүшелерін түйіндестіру арқылы жасалады, ол үшін қабылдағышта механикалық реттеу үшін «Баптау» тұтқасы бар. Механикалық реттеудің бар болуы қабылдағыштың жұмысының нашарлауына әкеледі, сондықтан қазіргі радиоқабылдағыш құрылғыларда варикаптарды қолдану арқылы электрондық реттеуді пайдаланады.

Аралық жиілікке жақын немесе тең жиілікті кедергі бүкіл трактты түрлендірусіз өтіп, АЖК күшеюі мүмкін. Мұндай кедергілерді басу үшін супергетеродинді қабылдағыштың кіріс тізбегіне аралық жиілікке бапталған режекторлық сүзгі (АЖ «өлтіруші») енгізеді.

Қабылдағыштың тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін арнайы құрылғылардың ішінен күшейтуді автоматты реттеу (КАР), жиілікті автоматты баптау (ЖАБ) және жиілікті фазалық автобаптау (ЖФАБ) жүйелерін бөледі.

Күшейтуді автоматты реттеу қабылдағыштың шығысында кіріс сигналының амплитудасының үлкен ауытқаған мәндерінде (50—100 дБ) пайдалы сигналдың өзгермеген дерлік деңгейін қамтамасыз етеді. КАР жұмысы кіріс сигналының деңгейінің ауытқуы кезінде қабылдағыштың жеке каскадтарының күшею коэффициенттерін автоматты түрде өзгертуге негізделген.

ЖАБ таратушы мен гетеродиннің жиіліктерінің тұрақсыздығы үшін баптау жиілігінің өздігінен «кетіп қалуының» алдын алуға қолданады.



18.14-сурет. КАР және ЖАБ бар супергетеродинді қабылдағыштың құрылымдық сызбасы

Қабылдағыштың баптау жиілігінің тұрақсыздығы бөтен шу мен шытынау кезінде білінеді.

Кез келген ЖАБ жүйесінің негізгі элементі болып АЖК шығысына (ЖАБ ілмегі) қосылған жиіліктік детектор (ЖД) табылады. Егер аралық жиілік номиналды мәнмен дәл сәйкес келсе, онда жиіліктік детектордың шығысындағы кернеу нөлге тең болады. Аралық жиіліктің мәні номиналды мәнне ауытқыған кезде, жиіліктік детектродың шығысында мәні қабылдағыштың істен шығуына пропорционал, ал полярлығы істен шығу белгісіне сәйкес келетін тұрақты кернеу пайда болады. Ол гетеродиннің кірісіне (варикапға) келіп, оны АЖК шығысында аралық жиіліктің номиналды мәні болатындай етіп өзгертеді.

18.5. ТЕЛЕДИДАРЛЫҚ ҚАБЫЛДАҒЫШТАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ, ҚҰРАСТЫРЫЛУЫ ЖӘНЕ ЖӨНДЕЛУІ

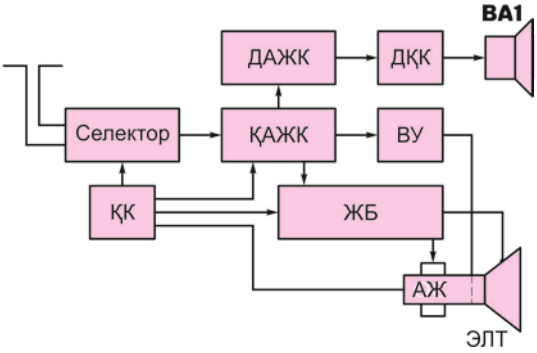
Заманауи теледидарлық қабылдағыштар теледидарлық орталықтан жіберілген сигналдан бейнекөрініс пен дыбыстық сүйемелдеуді құрастыруға арналған, техникалық және тұрмыстық қолданыстағы электрондық құрылғылар болып табылады.

Теледидарларды құрастыру мен монтаждау келесі кезеңдерден тұрады:

- баспа платасындағы элементтерді электрлік монтаждау;
- платада орнатылатын бөлшектерді (трансформаторларды, дроссельдерді және т.б.) орнату;
- басқару және тексеру мүшелерін орнату;
- корпустың ішіне сымдарды салу және күрделі монтаж элементтерін дәнекерлеу;
- ТВ-қабылдағыштың беріктігін, төзімділігін және ыстыққа төзімділігін арттыру үшін операциялар жүргізу;
- Көрініс пен дыбыс параметрлерін баптау және реттеу.

Аталып өткен құрастыру және монтаждау кезеңдерінің орындалуына кіріспей тұрып, теледидарлық қабылдағыштың құрастырылуының негізгі принциптерін қарастырайық, оның құрылымдық сызбасы 18.15-суретте көрсетілген.

Қорек көзі ретінде кіріктірілген импульстік ҚК қолданылады. Бұл құрылымдық сызба экран ретінде кинескоп қолданылған аналогты теледидарларға жатады.



18.15-сурет. Теледидардың құрылымдық сызбасы:
КАЖК — көріністің аралық жиілігін күшейткіш (бейнепроцессордың құрамына кіреді); ДАЖК — дыбыстың аралық жиілігін күшейткіш (аудиопроцессор); ЖБ — жаймалар блогы; ҚК — қорек көзі; АЖ — ауытқытушы жүйе; ДҚК — дыбыстың қуатын күшейткіш

Қазіргі кезде электрондық-сәуле түтікшелері қолданылмайтындығына қарамастан: оларды СК панельдер мен плазмалық экрандар алмастырды, — теледидарлық сигналдарды құрастыру принциптері өзгерген жоқ.

Теледидарлық құрылғылардың жұмыс істеу теориясына толығымен берілмесек, онымен [2] танысуға болады, келесі кезеңдер негізгі анықтаушы болып табылады. Теледидарлық каналдардың қабылдануын тюнер (селектор) қамтамасыз етеді, оның сыртқы түрі сыртқы әрекеттерден экрандалған жеке модуль болып табылады. Тюнер жұмыс принципі бойынша радиоқабылдағыштың кіру түйіндерінен аса ерекшеленбейді. Тюнердан орталық жиілігі 38 МГц тең көрініс пен дыбыстың аралық жиілігінің сигналы шығады. Бұл сигналдар видеопроцессорға – ҮИС микросхемасына түседі де, онда бейнесигнал мен дыбыс сигналы бөлініп, өңделеді. Одан кейін дыбыс сигналы аудиопроцессорға түсіп, онда оны белгілі бір мемлекетте қабылданған стандарттарға байланысты қосымша өңдеу жүргізіледі; Ресейде бұл - DIK NICAM. Жеке микросхемада – дыбыстық жиілікті күшейткіште (ДЖК) – дыбыстық сигналды соңғы күшейту болады. Көрініс сигналы, жеке микросхемада немесе дискретті элементтерде - транзисторларда жасалынатын, бейне күшейткішке түседі.

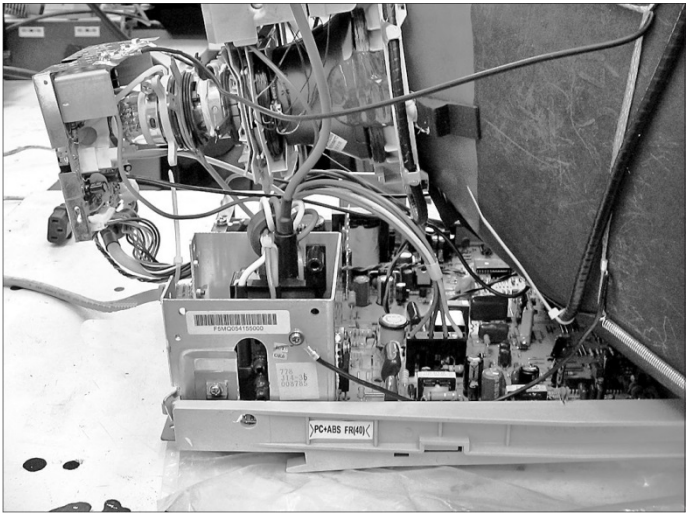
Егер экран ретінде кинескоп қолданылса, тармақтар және кадрлар бойынша ауытқу тоқтарын құрады.

Тармақтық жайма үшін тармақтық ауытқу сызбасы жауап береді, оның құрамына кіреді: тармақтық трансформатор, мықты транзистор, кері жүріс диодтары мен кинескоптың жалғама құбырында орналасқан ауытқытушы жүйенің (АЖ) құрамына кіретін тармақтық ауытқытушы катушкалар. Кадрлық тоқты кадрлық жайма микросхемасы мен ауытқытушы жүйеге кіретін кадрлық ауытқытушы катушкалары тудырады.

Егер экран ретінде СКИ немесе плазмалық панель қолданылса, онда ауытқытушы жүйелерді пайдаланбайды, бұл теледидардың массасын едәуір азайтын, беріктігін арттырады. Көріністің құрылуы 6–бөлімде қарастырылған сандық заңдарға бағынады. Теледидарлық қабылдағыштарды басқару сандық болып табылады. Көрініс пен дыбыстың параметрлерін құрастыру, қосу, баптаумен орталық процессор айналысса, баптау параметрлері ТЕСҚ жадысында сақталады.

Теледидарлық қабылдағыштардың негізгі түйіндерін бір платада кинескопты қарапайым ТВ үшін аспалы монтаж әдісімен, СКИ үшін беттік монтажбен және плазмалық панельдер үшін аралас монтажбен орындайды.

Теледидарлық қабылдағыштардың құрылысы – модульдік. Қарапайым теледидарларда модульдер ретінде қолданылады: негізгі плата, бейнекүшейткіштер орнатылған кинескоп платасы мен ауытқытушы жүйе (18.16-сурет).



18.16-сурет. Кинескопты теледидарлық қабылдағыштың түйіні

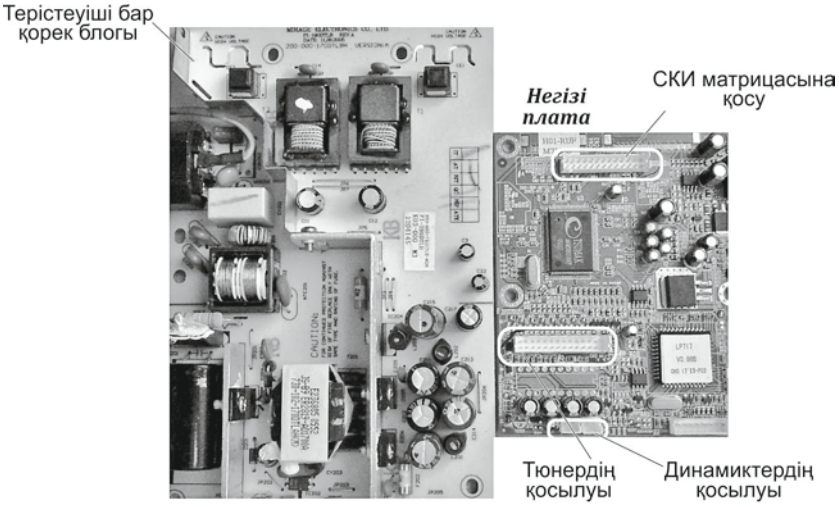
Жоғары жиілікті құрылғы – тюнерді схеманың негізгі элементтерімен қосу экрандалған сыммен жасалады, оның орағышын бірнеше жерлерде дәнекерлеу арқылы жерлендіреді. Тюнердің антенналық кірмесі антенналық кабельмен тығыз байланысты қамтамасыз ету керек. Тарамдық жайма құрылғыларының элементтері басқару схемасынан алюминий экранмен бөлінеді, ол сондай-ақ тармақтық транзисторды суытуға арналған радиатордың, дыбыстың шығыстық күшейткіші мен кадрлық жайманың микросхемасының рөлдерін де атқарады. Тармақтық трансформатор платаға дәнекерлеумен және қосымша бұрандалармен немесе винттармен бекітіледі. Ауытқытушы жүйе кинескоптың цоколіне қамыттың көмегімен бекітіледі. АЖ кинескоптың шынысымен тікелей жанасуын болдырмау үшін оның цоколіне мата изолента жабыстырады. Кинескоптың платасын тікелей кинескоптың түйіспелеріне «кілтке» сәйкес орнатады.

Теледидарлық қабылдағыштардың көпшілігі импульстік режимде жұмыс істеп, ал қорек импульстік ҚК қамтамасыз етілендіктен, радиаторларды орнатудан басқа жылуды әкету бойынша ерекше шараларды қолдану қарастырылмаған. Негізгі түйіндерді салқындату корпустағы технологиялық тесіктер арқылы табиғи жолмен жүзеге асады.

Теледидардың құрастыру-монтаждау операциялары реттеу операцияларымен аяқталады. Құрастыру және монтаждау бірліктері ретінде сандық басқару микросхемалары мен элементтері қолданылатынын ескерсек, жөндеу жеңілдейді.

ЭСТ бар теледидарларды механикалық реттеудің барлығы АЖ мен кинескопты баптаумен байланысты. Бірінші кезеңде АЖ көмегімен экран бір түсті жарықтандырылған кезде кинескпотың түс тазалығы мен геометриялық өлшемдерін көрсетеді. АЖ кинескоптың цоколі бойынша жылжыту арқылы жайманың оңтайлы өлшемін, ал ось бойымен бұру арқылы түс тазалығын реттейді. Егер жақсы нәтижелерге қол жеткізу мүмкін болмаса, АЖ астына резеңке сыналар қойылады. Одан кейін АЖ цоколде қамыттың көмегімен бекітеді. Барлық осы операцияларды кернеумен және реттелетін құрылғылардың сезінерлік қыздырылуымен орындайды, сондықтан барлық реттеу жұмыстарын резеңке қаптамалы қолғаптармен, кернеуі 1 000 В дейін электр қондырғыларында жұмыс істеу ережелерін нақты сақтай отырып орындайды. Тармақтық трансформатордың жоғары вольтты сымы кинескоптың ұясында берік бекітілген болу керек.

Экран жарықтығын реттеу мен көріністі фокустауды тармақтық трансформатордың корпусында орналасқан екі қолжетімді реттеушілердің көмегімен жасайды.



18.17-сурет. СКИ бар теледидардың түйіндері

Қалған көрініс пен дыбыс параметрлерін реттеу жұмыстары сервистік мәзірдегі бағдарламалық режимде жасалады.

СКИ бар теледидарларда құрастыру үшін үш модульді қолданады: жоғары жиілікті аналогты блок (тюнер), дыбыс және көрініс сигналдарын сандық өңдеудің негізгі платасы мен СКИ матрицасы (18.17-сурет).

Қорек көзі, әдетте, жеке адаптер немесе ішкі модуль (опциондық) ретінде жасалады. Дәл солай жарықтандыру шамдарымен басқаратын инвертор да негізгі платада немесе немесе жеке жасалынады. Осы модульдердің барлығы атқарымы аяқталған құрылғылар болып табылады, және оларды құрастыру кезінде жалғағыштар (тюнер – негізгі плата, қорек көзі – негізгі плата) және кабельдердің (негізгі плата – СК–панель) көмегімен біртұтас етіп қосады. Схеманың сандық бөліктерінің кабельдері берік бекітілу керек, олар шлейф не сымдық түрінде жасалады, оларды корпустың жетекші бөліктеріне жабыстыратын мастикамен (жабыстыратын пистолетпен) бекітеді. Негізгі плата орнатылатын металл экранды алюминий фольгамен бекітіледі.

СКИ матрицалары бар теледидарлардың құрылысы мен оларды сәуле шашатын диодтар арқылы жарықтандырумен құрастырудың өзгеше ерекшеліктері жоқ. Көрініс пен дыбысты реттеу сервистік мәзірде бағдарламалы түрде жасалады.

Плазмалық теледидарларды құрастырудың ерекшеліктері оның үлкен экранының, сондай-ақ матрицаның ұяшықтарында

плазмалық разрядтарды басқару блогының болуында ғана. Олардың барлық қосылыстарын жалғағыштармен жасайды. Плазмалық теледидарлардағы энергия жұмсайтын элементтердің көп болуы оларды конвекция және көптеген желдеткіштерді орнату арқылы тиімді салқындатылуын қажет етеді.

18.6. ЕСЕПТЕУІШ ТЕХНИКАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ МЕН ҚҰРАСТЫРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Есептеуіш техника — бұл ортақ немесе арнайы қолданыс бағдарламаларының басқаруымен есептеуіш және логикалық операциялар орындайтын қондырғылар жиынтығы. Есептеуіш техникаға жатады:

- микроЭЕМ;
- стационарлық ЭЕМ;
- жеке, тасымалданатын (ноутбуктер);
- қалталық ЭЕМ;
- шеткері құрылғылар — сыртқы жинақтаушы, аудио- және бейнеқұрылғылар және т.б.

Міндеті және құрылысы бойынша микроконтроллерге ұқсас, бірақ есептеу мүмкіндіктері бойынша одан асатын микроЭЕМ бір микросхемада (чипте) кіріктірілген шеткері басқару түйіндерімен жасалынады.

Стационарлық ЭЕМ арнайы шкафтар мен тіреулерге орнатылатын жеке модульдер мен блоктардан жиналады. Бұл ЭЕМ негізгі түйіні процессорлық блок болып табылады, онда АЛҚ, регистр блоктары, жады модулі мен шеткері құрылғылардың бақылаушысы жеке микросхемалармен орындалған.

Стационарлық ЭЕМ құрамындағы процессор арифметикалық және логикалық есептеулерді есте сақтаушы құрылғыда сақталатын алгоритм бойынша орындауға және жалпы ЭЕМ басқаруды қамтамасыз етуге орналған (10.4-бөлімді қарау). Стационарлық ЭЕМ тезәрекеттігінің едәуір бөлігі процессордың жұмыс жылдамдығымен анықталады. Есептеу үдерісі ЭЕМ үшін алдын ала бағдарлама – орындау реті бойынша жазылған нұсқамалар (командалар) реттілігі ретінде берілу керек. Бағдарламаны орындау барысында процессор кезекті команданы таңдап, оның шифрін ашып, қандай әрекеттерді және оларды қандай операндтарға (сандарға және логикалық өрнектерге) қолдану керек екенін анықтайды.

Өңделетін мәліметтер мен орындалып жатқан бағдарлама есте сақтайтын құрылғы – ЭЕМ жадысында сақталады (10.5-бөлімді қарау), ол жерден олар процессорға енгізу құрылғысы арқылы енгізіледі. Жады сыйымдылығы байтқа (8 екілік сандар) бөлінетін шамалармен өлшенеді. Жады атқарымы бойынша екі бөлікке бөлінеді: ішкі және сыртқы.

Ішкі жадының көлемі шыған болады және ол процессордың микросхемасында жасалады.

Сыртқы жады модульдер түрінде жасалады, ЭЕМ платасынындағы сәйкес жалғағыштарға орналастырады. Ол BIOS микросхемасы — ТЕСҚ жадысы түрінде жасалған, ол компьютерді іске қосу бағдарламасы мен зауыттық нұсқамаларды; динамикалық ЖЖҚ мен КЭШ-жадысының (процессор мен негізгі ЖЖҚ арасындағы буферлік жады) және ЭЕМ платасымен интерфейс арқылы жалғанатын жинақтаушылардың модульдерін сақтайды.

Сыртқы есте сақтау құрылғылары (СЕСҚ) ақпараттың үлкен көлемін сақтауға және оны ішкі жедел жадымен алмасу үшін арналған. Олардың сыйымдылығының шегі болмайды (қазіргі ЭЕМ бұл терабайт ақпараттар), бірақ оны қолдану үшін ішкі жадыға қарағанда көбірек уақыт кетеді. Сыртқы есте сақтау құрылғылары құрылымы бойынша ЭЕМ орталық құрылғыларынан (процессор мен ішкі жадыдан) ажыратылған, өзіндік басқаруы бар және процессордың ақпаратты жіберу сұратымдарын үзу бойынша орындайды.

Қолданушыдың ақпаратын сақтауға және онымен алмасуға мүмкіндік беретін жинақтаушылар болып табылады:

- иілгіш магнитттік дискілер (СИМД);
- қатты магниттік дискілер (СҚМД) — оларды жиі винчестерлер деп атайды;
- оптикалық (лазер) дискілер (СОД);
- магниттік таспалар (СМТ).
- жады карталар мен флэш-модульдер.

Иілгіш дискілердегі жинақтаушыларда (флеш-жадылармен ығыстырылуда) иілгіш магниттік дискінің айналуын, оқу немесе жазуға арналған әмбебап магниттік бастиекті, магниттік бастиекті қажетті жағдайға орнату (жайғастыру) жүйесі мен электрондық басқару блогын қамтамасыз ететін электр механикалық жетегі (дискжетек) бар.

Қатты дискілердің дискжетектері жазбаны металл дискілердің магниттік бетіне жазады, олар ақпараттың екілік жүйемен көрсетілуіне сәйкес жеке бөліктерін магниттеу арқылы

цилиндрлер мен жолдарға бөлінеді. Олардың құрамына оқу немесе жазба жүргізуге арналған магниттік бастиек блогы, магниттік бастиекті жолдар мен цилиндрлер бойынша орналастыру (жайғастыру) жүйесі мен электрондық басқару блогы кіреді.

Оптикалық дискілерге жазба электрмеханикалық «бастиектерге» фокустау және трекинг құрылғыларымен орнатылған (лазерді жолдың ортасына қою) лазерлық диодтармен (7.2-бөлімді қарау) жүргізіледі. Әмбебап «бастиекте» бір уақытта CD, DVD және Blue-RAY форматтары іске қосыла алады. Оптикалық дискілердің дискжетектері электрондық басқару, жайғастыру, фокустандыру мен бастиекті жылжыту жүйелерімен жабдықталған. Айналдырғы қозғалтқыш (8.2 бөлімді қарау) дискті белгілі бір жылдамдықпен айналдырады да, оның айналу тұрақтылығы автоматты түрде сақталып тұрады.

Магниттік таспаға («мәңгілік» сақтау жадысы) үлкен көлемді ақпаратты жазу үшін сандық жоғары жылдамдықты магнитофондарды қолданады. Жады карталарын бір модульде EEPROM технологиясының негізінде (ТЖҚ секілді) жасайды және компьютерге сәйкес жалғағыш арқылы қосады.

ЭЕМ енгізу-шығару құралдары ЭЕМге ақпаратты енгізуге және одан шығару арқылы пайдаланушының машинамен қарым-қатынасын қамтамасыз етеді. Кейде енгізу-шығару құрылғыларын ЭЕМ шеткері, немесе сыртқы құрылғылары деп атайды. Оларға, атап айтқанда, дисплейлерді (мониторлар), пернетақтаны, «тышқан» секілді манипуляторларды, әліппе-сандық баспа құрылғыларын (принтерлер), графиксалғыштарды, сканерлерді және т.б. жатқызады.

Сыртқы құрылғылармен, соның ішінде СЖҚ, басқару жәге оларды жүйелік интерфейспен келістіру үшін топтық басқару түйіндері – көпірлер, адаптерлер немесе контроллерлер қолданылады. Сыртқы жады құрылғысының процессормен байланысын қамтамасыз ететін «солтүстік» көпір мен процессордың шеткері құралдармен байланысы үшін арналған «оңтүстік» көпірлер ажыратылады. Олар компьютердің «аналық» платасына орнатылған микросхемалар түрінде жасалады.

ЭЕМ құрылғыларынан өзара әрекеттестігі мен жеке бөліктер мен сыртқы құрылғылар арасындағы ақпарат алмасу жүйелік интерфейс – компьютердің құрылғыларының арасында ақпарат алмасуға арналған шиналар, сигналдар, көмекші микросхемалар мен алгоритмердің жиынтығы арқылы жүзеге асады.

Есептеуіш техниканы құрастыру және монтаждау операцияларын орындаған кезде ЭЕМ БЖ мен микроЭЕМ типтік құрылыс элементтерінде (МЕМСТ 16325—88 және МЕМСТ 21552—84) құрастырылғанын есепке алу керек, мұндағы элементтер бес топқа

бөлінеді: нөлдік, бірінші, екінші, үшінші реттік бұйымдар мен көмекші бұйымдар (соңғыларды жеке жобалауға, дайындауға және жөндеуге болады). Әрбір модульдің деңгейге бірнеше орындалу нұсқасы бар типтік құрылыс сәйкес келеді. Типтік құрылыстар алдыңғы деңгей модулінің келесі деңгей модуліне енгізілу принципі бойынша жасалған, бұл ЭЕМ бірыңғай жүйесінің құрастырылуын модульдің принцип бойынша өсетін құрылыстар түрінде жасауға мүмкіндік береді:

- бірінші деңгей модулі — интегралдық микросхема (ИС) мен электррадиоэлементтер;
- екінші деңгей модулі — ақпаратты логикалық түрлендіру операцияларын орындайтын типтік алмастыру элементтері (ТАЭ). ТАЭ құрылысының негізін екіжақты немесе көпқабатты баспа платасы құрайды. Интегралдық сұлбаларды платаның бір жағына орналастырады.
- үшінші деңгей модулі — ТАЭ орнату, бекіту және электрлік байланыстыру элементтері бар панель;
- төртінші деңгей модулі (үлкен ЭЕМ үшін) — панельдер (платалар) мен суыту құрылғыларын орналастыруға арналған терезелері бар дәнекерленген каркас болып табылатын жақтау;
- бесінші деңгей модулі — жақтауларды панельдермен орналастыруға арналған тіреу (шкаф), қалқандары мен сүзгілері бар жетекші каркасы бар. Дәнекерленген каркасты кескінделген материалдан жасайды. Тіреуге ағынды-сорғылы желдету жүйесін монтаждайды.

Жеке модульдердің өзара байланысын жалғағыш қосылыстар – жалғағыштар, клеммалар, контакторлар арқылы орнатады.

ЭЕМ қолдану шарттары әр түрлеі бола алады және негізінен механикалық және климаттық әрекеттерге байланысты, оларды элементтерді, дайын бұйымдарды, материалдарды таңдау және есептеуіш машиналарын құрылымдық безендіру кезінде ескерген жөн.

Арнайы қолданысқа арналған есептеуіш машиналарының (ғарыш технологиялары, транспорт) механикалық жүктемелерге, тербелістерге және температураның кенет ауытқуларына төзімділігі жоғары болу керек. Сонымен қатар, аппаратураның барынша аз массасы мен өлшемдерін, оның жөндеу үшін оңай бөлшектелуі мен төмендетілген қысым жағдайында жұмыс істеген кезде параметрлерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету керек.

Есептеуіш техниканы құрастыру мен монтаждау кезінде температураның ауытқулары олардың отырғызылу сипатының өзгеруіне, бекітпелердің нашарлауына, бұйымдардың пішіндерінің өзгерісін тудыратын елеулі кернеулердің пайда болуына және жеке элементтердің параметрлерінің өзгеруіне әкелетенін ескеру керек. Процессор жұмысының жылдамдығы мен жиілігі артқан сайын, температуралық әсер күшейеді. Әсіресе, жылулық соққы зиянды әсер етеді, бұл кезде қыздыру мен суыту тез кезектесіп, сызықтық ұлғаю коэффициенттері әр түрлі, өлшемдерін бірқалыпсыз өзгертетін материалдардан тұратын бұйымдардың шытынауына әкеледі. Жоғары температура органикалық материалдардың ыдырауын туғызады, жылу берілісін нашарлатады және жеке элементтердің қызмет ету уақытын қысқартады.

Есептеуіш жүйелердегі тым қызып кетумен күрестің тиімді жолы болып конвекция әдісі есептеледі. Қорек блоктары, орталық процессор мен схеманың өзге де элементтері жеке ағынды-сорғылы немесе ауа тартқыш желдету жүйелерімен жабдықталады. Желдеткіштердің айналу жиілігін қолдану шарттары мен орындалатын міндеттерге байланысты бағдарламамен орнатады.

Есептеуіш аппаратурасының жұмысына ауаның салыстырмалы ылғалдылығы үлкен әсер етеді. Жоғары ылғалдылық жеке элементтердің жұмыс сенімділігін төмендетеді, кенет бұзылулар мен тіпті істен шығуды тудырады. Ылғалдан қорғанудың негізгі шаралары негізгі плата мен модульдерді ылғал өтпейтін, ылғалға төзімді және су жұқпайтын лактармен және краскалармен қаптап, бітеулеу болып табылады.

Кез келген өзге электрондық техникаға секілді, ЭЕМге де жоғары ылғалдылық (75% дейін) пен температураның (30 — 35 °С болғанда) пайда болатын зең қосылыстары аса жаман әсер етеді. Зеңнің пайда болуы түйіспелердің бұзылуына әкеледі, оқшауламаның кедергісін төмендетеді, органикалық қосылыстардың бөлінуінен металдардың коррозияға ұшырау үдерісін жеделдетеді, қорғаныш қаптамаларын бұзады және т.б. Зеңге аса сезімтал болып оқшаулағыш материалдар (гетинакс, текстолит және т.б.) табылады. Зеңмен күресудің тиімді жолы – элементтер мен платаларды бітеулеуші және қорғау заттарымен қаптау.

Құрастыру операцияларынан кейін есептеуіш техниканың элементтері мен түйіндері міндетті түрде өнімділікке тестілеуді өту керек. Алғашқы тестілеу үдерісі BIOS типінің микросхемасына бағдарламалы түрде жазылады. Тестілеуден өтпеген ЭЕМ бұзылу себебі түзетілмегенше жұмыс режиміне шықпайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Қорек көздерін монтаждау мен құрастыру кезінде қандай факторлар анықтаушы болып табылады?
2. Екінші реттік кернеулерді тұрақтандыру қандай жолдармен жасалады?
3. Күшейткіш құрылғыларын монтаждау кезінде шығатын кернеулердің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қандай технологиялық әдістер қолданылады?
4. Неге түпкі жоғары сапалы күшейткіштерді жеке күшейткіш блоктардан жасайды?
5. Электрондық генераторлардың жұмыс тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қандай монтаждау әдістерін қолданады?
6. Радиоқабылдаушы құрылғыларды құрастыру мен монтаждау кезінде бөгде кедергілерден қорғаудың қандай әдістерін қолданады?
7. Теледидарлық қабылдағыштарды құрастырудың қай кезеңінде теледидарлық сигналды қабылдаудың жоғары сапасы қамтамасыз етілу керек?
8. Үлкен ЭЕМ құрастыру кезінде қандай қосымша шаралар қарастырылу керек?

VII тарау

ҚҰРАСТЫРУ-МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫ КЕЗІНДЕГІ ЭЛЕКТРЛІК ӨЛШЕМДЕР

19-бөлім

ЭЛЕКТРОНИКАДАҒЫ ЭЛЕКТР ӨЛШЕМДЕРІНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

19.1. МЕТРОЛОГИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ

Құрастыру-монтаждау жұмыстарының технологиялық операцияларының соңғы кезеңдері радиоэлектрондық құрылғының сапасын бағалау, тестілеу және жөндеу болып табылады. Бұл кезеңдердегі операциялар өлшеуіш аспаптардың көмегімен жасалады.

Өлшеу аспабы (өлшеуіш) — бұл электрлік сигналдардың, белсенді және пассивті радиоэлементтердің сипаттамаларын зерттеу мен параметрлерін өлшеуге арналған күрделі радиотехникалық құрылғы.

Өлшеу аспабының құрамына, әдетте, кіреді:

- өлшенетін параметрді сақтауға, жеткізуге және бағалауға оңай пішінге түрлендіретін өлшеуіш түрлендіргіш;
- өлшенетін шама салыстырылатын үлгілі немесе шектік деңгей болып табылатын электрлік шама;
- алынған ақпаратты өңдеу құрылғысы – сандық немесе аналогты;
- өлшеу нәтижесін бақылаушыға түсінікті формада көрсету құрылғысы.

Өлшеу әдісі бола алады: тура, жанама, бірлескен, жиынтық. Кез келген өлшеу кезінде қателіктер болады. Өлшеу техникасында қолданады:

- абсолют қателік – номиналды мән мен өлшенген мән арасындағы айырмашылық;
- салыстырмалы қателік – абсолют қателіктің өзгертілгенде алынған мәнге қатынасы;
- келтірілген қателік – абсолют қателіктің өлшемдер диапазонына қатынасы, %.

Қателіктермен өлшеуіштердің ең маңызды параметрі – дәлдік тобы байланысты, ол ең жақын мәнге дейін жуықталған келтірілген қателік болып анықталады — 0,05; 0,1; 1,0; 2,5 және т.б. Дәлдік тобының мәні тұрақтандырылып, аспаптың панеліне түсіріліп, шеңберге алынады, мысалы (Z5).

Өлшеуіш аспаптар сондай-ақ өлшемдер шегімен (диапазонымен), ол өлшеуіш құралының өлшей алатын ең кіші және ең үлкен мәндерімен анықталады, және сезгіштігімен – минималды кіретін шаманы сезу және тұрақты қателікпен тіркеу қабілетімен сипатталады.

19.2. ӨЛШЕУІШ ТҮРЛЕНДІРГІШТЕР

Өлшеуіш түрлендіргіштерді электрлік өлшеу жүйелері мен датчиктер деп бөледі.

Негізі ***өлшеуіш жүйелерге*** (өлшеуіш «бастиектерге») магнитті-электр, электрмагниттік және электрстатикалық жүйелер жатады. 19.1- кестеде осы жүйелердің негізгі сипаттамалары берілген.

19.1-кесте. Өлшеуіш жүйелерінің жіктелуі

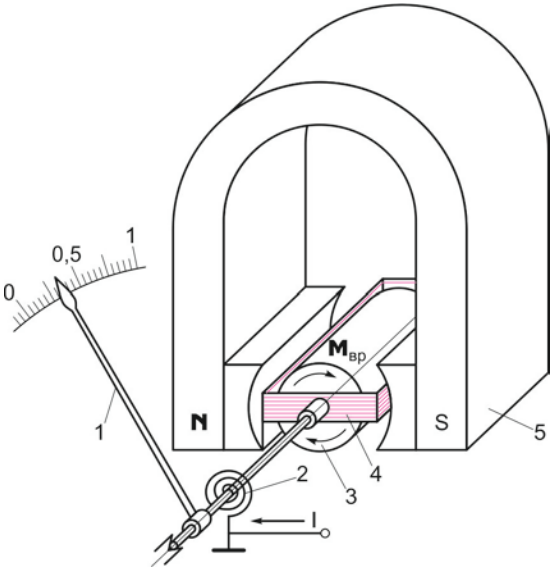
Жүйенің түрі	Өлшенетін қима	Дәлдіктің ең жоғары тобы	Өлшемдердің шегін кеңейту жолдары	Өлшемдердің амплитудалық мәндерге қатысты қатынасы, U_a
Магнитті-электрлік	Орташа	0,1	Тұйық	$U_{изм} = 2/\pi U_0$
Электрмагниттік	Әрекеттік	0,2	Өлшеуіш трансформаторды немесе қосымша резисторды өшіру	$U_{изм} = 0,707U_0$

Жүйенің түрі	Өлшенетін қима	Дәлдіктің ең жоғары тобы	Өлшемдердің шегін кеңейту жолдары	Өлшемдердің амплитудалық мәндерге қатысты қатынасы, U_a
Электрстатикалық	Әрекеттегі	0,5	Сыйымдылықты бөлгішті қосу	$U_{изм} = 0,707U_0$

9.1-кестеде көрсетілген және өзге өлшеуіш жүйелермен [35] толығырақ танысуға болады.

Өлшеуіш аспаптардың датчиктері резисторлар, конденсаторлар, терморезисторлар, пьез элементтері, Холл датчиктері, тенздатчиктері, микрофондар, діріл түрлендіргіштер және т.б. ретінде жасалуы мүмкін.

Өлшеуіш түрлендіргіштің жұмысын радиоэлектрондық өлшемдердегі ең танымал магнитті-электрлік жүйенің (19.1-сурет) үлгісінде қысқаша көрсетейік. Ол тұрақты магниттің магниттік өрісінің өлшенетін ***3*** атанаққа оралған ***4*** катушка бойынша өтетін электр тоғының магниттік өрісімен өзара әрекеттесу әдісіне негізделген.



19.1-сурет. Магнитті-электрлік жүйенің құрылымы:
1 — нұсқар; ***2*** — серіппе; ***3*** — атанақ; ***4*** — катушка; ***5*** — магнит

Пайда болатын электрмагниттің күш ***2*** серіппенің әрекетінен өтіп, аспаптың нұсқарын 1 қисайтады. Санау шкала бойынша жүргізіледі. Бұл жүйе тек тұрақты тоқтарды өлшеу үшін жарамды. Айнымалы тоқты өлшеу үшін түзеткіштерді қолданады.

19.1--суретте көрсетілген өлшеу жүйесі ұқсас нұсқары бар аспаптардың параметрлердің кенет өзгерісін бақылауды қажет ететін кез келген жерлерінде және, ең маңыздысы, аспаптарды монтаждан кейін жөндеген кезде қолданылады.

19.2. ӨЛШЕУ ШАМАЛАРЫ

Өлшеу шамалары үлгілі және жұмыстық болады.

Үлгілі шамалардың тұрақтандырылған шектік қателігі болады және олар эталон бойынша аттестатталған. Үлгілі шама ретінде кедергілер қорабы, үлгілі тербелістер генераторларды, тірек кернеуінің көздері мен т.б. қолданыла алады. Үлгілі шама жеке модуль ретінде немесе кіріктірілген құрылғы түрінде жасалынады, ол бойынша аспаптың атқарушы механизмдерін тексеруді жүргізеді. Тізімдемедегі дәлдік тобы ең жоғары кез келген өлшеуіш аспап та үлгілі бола алады.

Жұмыстық шама өлшеу құрылғыларын тексеруге арналған. Ол бойынша өлшенетін шаманың мәні анықталатын тірек деңгейі ретінде қолданылады. Тексеруді қажет етпейтін сандық өлшеу аспаптары мен аналогты өлшеуіштерде қолданылады. Өлшенетін шаманы қолдану мысалы ретінде электрондық өлшеуіш құралдарындағы калибратордың жұмысын келтіруге болады. Осылайша, аналогты осциллографтарда үлгілі генератордың көмегімен өлшеместен бұрын, өлшемдердің дәлдігін анықтайтын жайма параметрлерін орнатады.

19.3. ӨЛШЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ӨҢДЕУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ

Өлшеу нәтижелерін өңдеу құрылғысы – негізгі өлшеуіш түйін. Бұл құрылғыларды келесідей жіктейді:

- әрекет ету принципі бойынша — аналогты және сандық;

- жұмыс жиіліктерінің диапазоны бойынша — төмен жиілікті және жоғары жиілікті;
- өлшеу әдісі бойынша — тура немесе жанама әрекетті;
- тұтынатын қуаты бойынша.

Құрылғының құрамына, әдетте, аспаптардың кірмелік тізбектері, датчик сгиналдарын түрлендіргіштер, өлшеу сұлбалары, күшейткіштер мен жетекші генераторлар, өлшеу нәтижелерін анық формада көрсетуге арналған шығу өңдеу түйіндері кіреді.

Өлшемдерді өңдеу нақтылығы мен сапасы құрылғының параметрлерімен анықталады, олардың ішіндегі негізгілер болып келесілер табылады:

- кірмелік кедергі. Жүктемеге параллель қосылатын өлшеу құралдары үшін кірмелік кедергі ең үлкен, ал тікелей тізбекке қосылатын құралдар үшін, керісінше, ең аз мәнге ие болу керек. Резистордың кірісінде немесе кірмелі өрістік транзисторда қондырғы ретінде орнатылады;
- кіріс сыйымдылығы —реактивті элементтердің параметрлерін, сүзгілердің, лүпілдеуіш кернеулердің сипаттамаларын тіркеумен, бақылаумен және өлшеумен айналысатын өлшеу құралдары үшін анықтаушы мәнге ие. Ол жоғары кіріс импедансын (толық кіріс кедергісі) қамтамасыз ету үшін өлшенетін сигналдың жиіліктер жолағына сәйкес болуы керек;
- шығыс кернеуі — өлшеу құралының (мысалы, генератордың) шығысының өлшенетін сұлбаның кірісімен келісу мүмкіндігін анықтайды;
- жиіліктік сипаттамалар — өлшемдер берілген қателікке сәйкес келетін жиіліктер аймағын, сондай-ақ өлшенетін сигналдың төменгі және жоғарғы жиіліктерін анықтайды. Оны сүзгілер мен кең жолақты күшейткіштерді орнату арқылы жасайды. Бұл параметр өлшеуіш генераторлар мен осциллографтар үшін әсіресе маңызды.

19.5. ӨЛШЕУ НӘТИЖЕСІН КӨРСЕТУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ

Өлшеуіш техникасындағы индикаторлы құрылғылар өлшеу нәтижелерін бақылау мен тіркеуге арналған. Ақпаратты көрсету түрі бойынша олар келесідей бөлінеді:

- қ а ғ а з д ы қ — ақпарат уақыт бойынша жазылған графиктер мен гистограммалар түрінде көрсетіледі. Индикацияның бұл түрін өлшеуіш құралдарда болжауға болмайтын оқиғаларды (мысалы, ұзақ уақыт бойы үзіліссіз жұмыс істейтін серверлерді қоректендірудегі бұзылыстарды) тіркеу мен үдерістерді уақыт бойынша бақылау үшін қолданады;
- меңзерлік — өлшенетін шаманы тіркеу меңзердің ауытқуы бойынша анықталады. Тоқ пен кернеуді бақылауға арналған қалқандық аспаптар мен аналогты аспаптарда қолданады. Меңзерлік индикация құралдарының қағаздықтарға қарағанда артықшылықтары бар, өтйкені өлшеуіш түрлендіргішпен тікелей қосылған сезгіш меңзер тізбектегі барлық өзгерістерге бірден әрекет етеді. Бұл тізбектердегі ауысу үдерістерін тіркеу үшін қажет;
- о п т и к а л ы қ — оларда индикатор аспап шкаласындағы қазіргі мәнді көрсететін жарық «шұғыласы» болып табылады. Бұл индикация принципі тоқ пен кернеудегі шағын өзгерістерге сезімтал болады. Гальванометрлерде қолданылады;
- т а ң б а л ы қ и н д и к а т о р л а р — өлшеу нәтижесін тікелей экранда цифрлер түрінде тіркейді. Оның өзге индикация құрылғыларымен салыстырғандағы артықшылығы сигналдарды сандық өңдеу мен көрсеткіштер көрнекілігімен байланысты. Олардың кемшілігіне өлшемдердің дәлдігі индикатордың разрядтылығымен анықталатынын жатқызуға болады. Соңғы кезде бұл кемшілікті өлшеу аспаптарында СКИ қолдану арқылы жеңуде, оларда өлшемдердің тек сандық нәтижелерін ғана емес, өлшенетін шамалардың тәуелділік графиктері мен өзге де мәліметтерді бақылауға болады;
- э л е к т р о н д ы-с ә у л е л і к т ү т і к ш е л е р — шынайы уақытта өтіп жатқан үдерістерді үзіліссіз тіркейді. Оларды осциллографтарда, спектрді талдағыштарда және сипат - суреттегіштерде қолданады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Типтік өлшеу құралының құрылымдық элементтерін, түйіндердің қасиеттері мен оның құрамдас бөліктерін атаңыз.
2. Өлшеуіш түрлендіргіштердің қандай түрлерін білесіз? Олардың сипаттамалары мен қолдану салаларын атаңыз.
3. Өлшеу аспабының дәлдік тобы нені білдіреді? Ол қалай анықталады?
4. Өлшеу нәтижелерін бақылау мүмкіндігі қалай жүзеге асырылады?
5. Өлшеу құралдарының сезгіштігі неге байланысты?

20-бөлім

ЭЛЕКТРЛІК СИГНАЛДАРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУ

20.1. ЭЛЕКТРЛІК СИГНАЛДАРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Өлшеу тәжірибесінде өлшемдердің электртехникалық және радиотехникалық түрлері ажыратылады.

Электртехникалық өлшемдер кезінде олардың нысандары тоқ мен кернеудің лездік, амплитудалық және әрекеттегі мәндері, фаза ауытқулары мен үш және бір фазалық желілік өндірістік жиіліктердің қуаты болып табылады.

Радиотехникалық өлшемдер кезінде тікелей өлшеу нысандары кернеудің амплитудалық мәні, тербелістердің периоды, жиілігі, фазалық қатынастар, импульстік және үзіліссіз сигналдардың сызықтық емес ауытқулары мен пассивті және белсенді элементтердің параметрлері болып табылады. Жанама әдіс арқылы модуляция коэффициенттерін, импульстердің ұзақтығын, күшейту коэффициентін, пайдалы әрекет коэффициентін және т.б. өлшейді.

Электртехникалық өлшемдер әдісі айнымалы тоқ пен кернеудің электр тізбегінің бөліктеріне әрекет ету шамасымен анықталады. Өлшеу техникасында айнымалы тоқтар мен кернеулерді және олардың мәндерін көрсетудің келесі формалары қабылданған:

- амплитудалық ($U_а$, $I_а$);
- әрекеттегі ($U_д$);
- орташа ($U_ср$);
- орташа түзетілген ($U_в$);
- тұрақты құрамдасы ($U_{пост}$).

Берілген өлшемдердің қатынастары 20.1-кестеде берілген. Радиотехникалық өлшемдер әдісі қойылған міндетке байланысты таңдалады. Сөйтіп, импульс параметрлерін бағалау тек осциллограф қолданысымен ғана мүмкін. Уақытша сипаттамалар құрамына тұрақты тікбұрышты импульстер генераторлары мен осциллографты түтікшелер кіретін кешенді құралдармен бағаланады. Контурлар мен сүзгілерді зерттеу үшін гармоникалық синусоидты тербелістер генераторы қолданылады.

20.1-кесте. Өлшеу құралдарымен анықталатын тоқ пен кернеу түрлері

Кернеу мен тоқтың түрі	Белгіленуі мен есептік қатынастары	Анықталатын көрсеткіш	Қолданылатын өлшеуіш түрлендіргіш түрі
Амплитудалық мәні	U_a , I_a	Максималды мәні («қарқыны»)	Шыңдық вольтметр
Әрекеттегі мәні	$U_A = 0{,}707U_0$	Белсенді жүктемедегі тұрақты тоқтың әрекетіне тең	Электрмагниттік жүйенің вольтметрлері
Орташа мәні	$U_{ср} = 0{,}63U_a$	Айнымалы тоқпен белсенді жүктеме кезінде жарты период ішінде бөлінетін кернеудің орташа арифметикалық мәні	Магнитті-электрлік жүйенің вольтметрлері
Орташа-түзетілген	$U_B = 0{,}7U_a$	Бір жартылай периодты түзетуден кейінгі кернеу	Түзетуші жүйенің вольтметрлері
Тұрақты құрамдас	$U_{пост}$	Лүпілдеуіш кернеулер мен тұрақты деңгей тоқтарын тән («нөлдік» гармоника амплитудасының мәні)	Тұрақты тоқ вольтметрлері мен амперметрлері

20.2. ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН ӨЛШЕУІШ ҚҰРАЛДАР ТҮРЛЕРІ

Электр тізбегінің параметрлерін өлшеу үшін өлшемдер түріне қарамастан қолданылады: тұрақты және айнымалы тоқ вольтметрлері мен амперметрлері (авометрлер), ваттмертлер, фазометрлер, жиілік өлшегіштер, сызықтық емес ауытқуларды өлшегіштер.

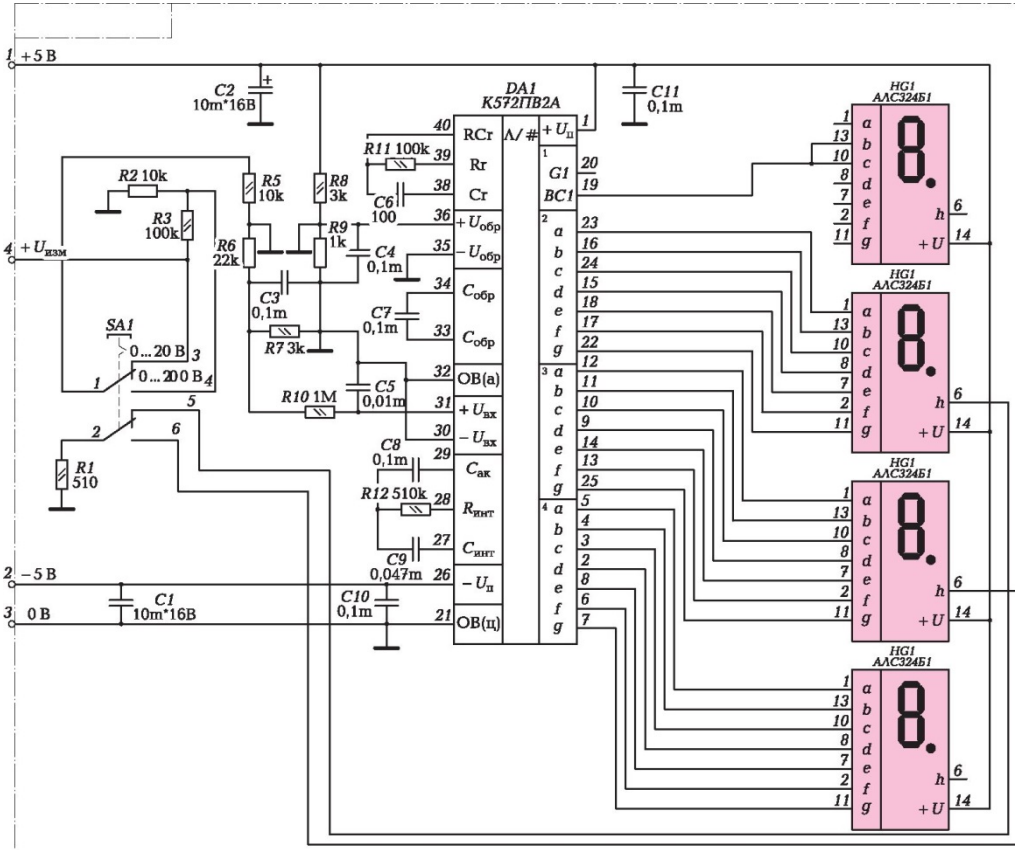
Авометрлер элекрондық не сандық түрде жасалуы мүмкін. Олар келесі параметрлермен сипатталады:

- өлшемдердің әрбір түрі үшін анықталатын өлшемдер диапазоны (диапазондар ішкі диапазондарға бөліне алады);
- кіріс импедансы. Оның мәні үлкен болған сайын, аспап соғұрлым сезгіш және оның өлшенетін тізбекке әсері төменірек болады;
- жүктемелердің ең үлкен мәні, кірісте аспапты істен шығармайтындай әрекет ете алатын тоқ пен кернеудің ең үлкен мәндерін анықтайды;
- құрылғының электр тізбектеріне арналған қорек көзінің кернеуі.

Аналогты түрде орындалған авометрлердің сипатты өкілі болып электрондық вольтметр табылады. Өлшеу дәлдігі бойынша ол меңзерлік құралдарды мәні 5 МОм дейін жететін кіріс кедергісінің, және 50 нФ тең кіріс сыйымдылығының есебінен асып түседі. Электрондық вольтметрдің өлшеу шамасы болып транзисторлардан жасалған электрондық көпір табылады, ол өлшеген кезде тепе-теңдік жағдайынан шығып, оның диагоналі бойынша тоқ өте бастайды, ол магнитті-электрлік жүйенің бастиегімен тіркеледі. Өлшенетін шаманың индикациясы – меңзерлік.

Электрондық вольтметрлерге қарағанда жақсырақ сипаттамаларға сандық вольтметрлер ие (20.1-сурет), ол сандық өңдеудің дәлдігімен қатар, диапазондарды автоматты түрде ауыстыру секілді қосымша опциялар пен баптау және қолдану қарапайымдылығын қамтамасыз етеді.

Кіріс шамасын өңдеу аналогты-сандық түрлендіргіште (АСТ) орындалады, осылайша кіріс резисторларының қателіктерінің әсері болдырылмайды. Кіріс импедансы өрістік транзисторлардың кіріс сипаттамаларымен анықталады және ондаған мегаомдарға жетеді. Өлшенген шаманың индикациясы сандық дисплейде көрсетіледі. Өлшемдер дәлдігі АСТ разрядтылығымен және индикатордың разрядтылығымен анықталады.



20.1-сурет. Сандық вольтметрдің сызбасы

Кернеулер мен тоқтардың аз мәндерін өлшеу үшін ***гальванометр*** – сезгіш, бірақ қуаты төмен құрал қолданылады. Жылжымалы бөлігінде шағын айна орнатылған айналы гальванометрді қолдану микротоқтарды тіркеуге мүмкіндік береді.

Гальванометрдің заманауи түрлерінің бірі — термогальванометр. Құрал сым орамының түріндегі жылжымалы жиектемеден тұратын жылу түрлендіргішпен жабдықталған. Орам биметалды. Осылайша, жиектеме жылу сезгіш элемент болып табылады. Өлшенетін тоқ келтірілетін қоспалардың біреуінде қыздырушы орналасқан. Өлшенетін тоқ орам бойынша өткен кезде жылу тоғы пайда болып, жиектемені қозғалысқа келтіреді де, ол нөлдік қалыптан ауытқиды.

Қуатты өлшеу үшін келесідей ***ваттметрлер*** қолданылады:

- төмен жиілікті немесе тұрақты тоқ;
- р адиожиілікті;
- оптикалық.

Төмен жиілікті ваттметрлерді көбінесе өндірістік жиілікті электр қоректендіру жүйелерінде тұтынатын қуатты өлшеу үшін қолданады. Олар бірфазалы және үшфазалы болады. Сандық құралдар әдетте активті және реактивті қуатты өлшеу мүмкіндігін қамтиды [35].

Радиожиілікті ваттметрлерді өткізгіш байланыс пен оптоталшықты желілердің тізбектерінде қолданады. Олардың жұмысы термисторлардың, жылу сезгіш элементтердің және т.б. негізінде жасалған бірінші реттік түрлендіргіштердің алуан түрлерін қолдануға негізделеді. Міндеті бойынша олар тарату желісінің үзілісіне қосылатын өткізгіш қуатты және желінің соңына келісілген жүктеме ретінде қосылатын тұтынатын қуат ваттметрлері деп бөлінеді. Өлшенетін шаманы түрлендіру әдісіне байланысты радиожиілікті ваттметрлер аналогты (көрсететін және өздігінен жазатын) және сандық болады.

Оптикалық диапазон ваттмертлерін бір және көпмодалы талшықты-оптикалық жүйелердегі 0,6—1,6 мкм толқындар диапазонындағы орта қуаттың оптикалық сәулеленуін өлшеу үшін қолданады. Аспаптардың жұмыс принципі диодтың оптикалық сәулеленуді электр сигналына түрлендіруіне негізделген. Өлшенетін оптикалық сигналдар оптикалық жарық өткізгіш арқылы аспаптың оптикалық кірісіне беріледі. Одан кейін оптикалық сигнал жарықты кабель бойынша АСТ жететін электрлік сигналға айналдыратын фото қабылдаушыға түседі.

Жиілік өлшегіштерді периодтық үдерістің жиіліктерін немесе сигнал спектрінің гармоникалық құрамдастырының жиіліктерін өлшеу үшін қолданады. Бұл топқа резонансты, гетеродинді, конденсаторлық және электрондық есептеуіш жиілік өлшегіштерді кіреді. Жиілік өлшегіш сұлбаның шығысына немесе контурға, сүзгіге параллель қосылады. Заманауи жиілік өлшегіштер сигнал жиіліктерін 1 мГц — 2 ГГц шекарасында өлшей алады. Олардың көмегімен периодты, жиіліктер қатынасын, уақыт аралығын, импульс енін, қуыстылықты өлшеуге болады. Жиіліктер спектрін шартты түрде инфрақызыл (20 Гц төмен), дыбыстық (20...20 000 Гц), ультрадыбыстық (20....200 кГц) және жоғары жиілікті (200 кГц артық) деп бөледі. Өлшеу әдісін таңдау диапазон мен қажетті дәлдікке, өлшенетін шаманың өлшемі мен пішініне байланысты [35].

Фазалар айырмашылығы мен cos9 ***фазометрлердің*** көмегімен өлшейді. Өлшемдер арасындағы фазалық айырмашылық өлшенетін зерттелетін кернеулерді фазометрдің сәйкес қысқыштарына әкелу арқылы жүргізіледі. Қуаты аз тізбектерде және 150 МГц дейін жиіліктер диапазонында сандық фаѳометрлерді, мысалы Ф51 тобының отандық аспаптарын қолданған дұрыс. Оларда екі сигналдардың фаза бойынша ауытқуы синхрондау импульстерімен толтырылған уақыттық аралыққа түрлендіріледі.

Сызықтық емес ауытқуларды өлшеу ***сызықтық емес ауытқуларды өлшегіштің*** көмегімен жасайды. Мұндай аспаптардың бірі, мысалы, пайдалы біртекті сигналдағы гармоникалардың коэффициентін өлшеуге арналған, С6-11 маркасының отандық аспабы болып табылады. Өлшенетін гармоникалардың коэффициентінің ең аз мәні 0,03 % дейін.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Электрлік сигналдардың қандай параметрлері өлшеу нысандары болып табылады?
2. Кернеу мен тоқ амплитудаларын қандай құралдармен өлшейді?
3. Электрондық вольтметрдің жұмыс принципі мен оны қолдану ерекшеліктерін сипаттаңыз.
4. Сандық өлшеу аспаптарының қандай артықшылықтары мен кемшіліктері бар?
5. Шағын тоқтар мен кернеулерді қандай құралдармен өлшеуге болады?

21-бөлім

ЭЛЕКТРЛІК СИГНАЛДАРЛЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ӨЛШЕУ

21.1. ЭЛЕКТРЛІК СИГНАЛДАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ОСЦИЛЛОГРАФТЫҢ КӨМЕГІМЕН ӨЛШЕУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ

Электр сигналдарының құрастыру-монтаждау жұмыстарынан кейін зерттеуді қажет ететін сипаттамаларына жатады:

- сигнал пішіні, ол бойынша фронттардың уақыттық сипаттамалары мен импульстердің шыңдарын анықтайды;
- вольт-амперлық сипаттама (ВАС);
- амлитудалық-жиілікті сипаттама (АЖС);
- жиіліктер жолағы;
- сигнал спектрі.

Аталып өткен сипаттамаларды осциллографтардың, тербелмелі жиілікті генераторлардың (АЖС өлшегіштері), спектрді талдағыштардың көмегімен алуға болады. Қосымша құрылғылар ретінде өлшеуіш генераторларды қолданады.

Осциллограф — бұл электр сигналдарының параметрлерін өлшеу және олардың уақыт ішіндегі тәртібін бақылау үшін арналған электрондық өлшеу құралы.

Осциллографтар ажыратылады:

- түрі бойынша:
  - әмбебап;
  - стробскоптық;
  - жадтайтын;
- ақпаратты көрсету принципі бойынша:
  - сандық;
  - аналогты;
- құрылысы бойынша:
  - бірканалды;
  - екіканалды;
  - екісәулелі;
- қолдану саласы бойынша:

- тар жолақты (жоғары жиілікті және төмен жиілікті);
- кеңжолақты.

Осциллографтың ең маңызды параметрлеріне жатады:

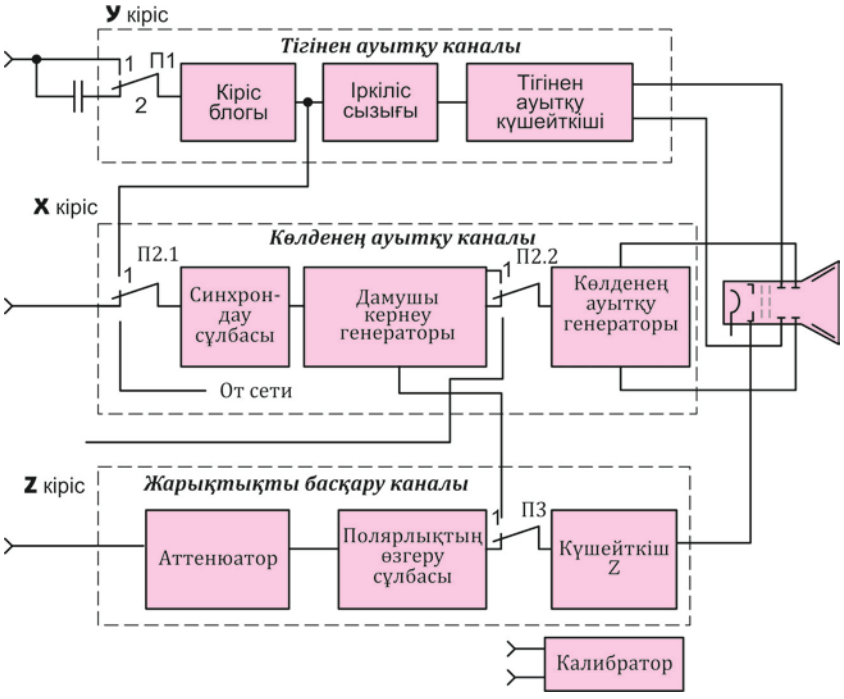
- вертикаль бойынша с е з г і ш т і г і, немесе ауытқу коэффициенті, сәуле бір бөлікке ауытқитындай сигналдың ең төмен деңгейін көрсетеді. Сезгіштікті осциллограф экранының вертикаль белгіленуінің бір бөлігіне келетін милливольттармен өлшейді;
- ө т к і з у ж о л а ғ ы н ы ң е н і — бұл вертикаль бойынша күшейту коэффициенті орта жиіліктегі күшейту коэффициентінен 3 дБ артық төмендемейтіндей жиіліктер диапазоны. Герцтармен өлшенеді. Бұл параметрдің бөліктері болып арнайы көрсетілетін төменгі және жоғарғы жиіліктер табылады, өйткені сигнал жиілігі орнатылған шектен шыққан кезде көптеген осциллографтарда сигнал жоғалады;
- ө л ш е м д е р д ә л д і г і — амплитуда мен жиілік бойынша салыстырмалы қателік. Осциллографтард ол 1 — 3% құрайды;
- о с ц и л л о г р а ф т ы ң а ж ы р а т ы м д ы л ы ғ ы — жиілігі және амплитудасы бойынша жақын сигналдарды ажырату мүмкіндігін көрсетеді. Сандық осциллографтар жоғары ажыратымдылық мүмкіндігіне ие;
- к і р і с и м п е д а н с ы — омдармен өлшенеді. Тұрақты және айнымалы тоқ бойынша толық кедергіні анықтайды. Осциллографтардың кіріс импедансы бірнеше мегаом мәнге дейін жетеді.

Осциллографтың жұмысы сәуленің жайма генераторымен көлденең бойынша жасалған электрстатикалық өрісі мен зерттелетін сигналдың вертикаль бойынша кернеуінің әсерінен ауытқу принципіне негізделеді [8].

Осциллограф үзіліссіз сигналдардың кез келген түрлері мен тұрақты кернеуді бақылауға және зерттеуге мүмкіндік береді, бұл кезде олардың параметрлерін амплитуда мен жиілік бойынша өлшеуге болады.

21.1-суретте ***аналогты осциллографтың*** атқарымдық сызбасы көрсетілген, оның негізгі элементі сәулесі электрстатикалық ауытқитын ЭСТ болып табылады.

Зерттелетін сигнал осциллографтың кірісіне түседі де, түрлендіруден өткеннен кейін (масштабтау, күшейту, жиілік бойынша түзету) ЭСТ вертикаль ауытқитын пластиналарына беріледі (6.2 бөлімді қарау), ал ішкі генератор көлденең бойынша ара тәрізді жайма кернеуін құрады. Жайманың жиілігі сигнал жиілігіне бөлінетіндей болу керек, бұл кезде экранда тұрақты көріністі бақылауға болады.



21.1-сурет. Осциллографтың атқарымдық сызбасы

Синхрондау мен тұрақтылық режимін атқару үшін осциллографтың панелінде жайма мен синхрондау ұзақтығын орнатуға арналған тұтқалар болады. Ішкі синхрондауды бақылаулардың көпшілігі үшін қолданады, ол тігінен ауытқу каналының ішкі генераторымен құрылады. Сыртқы синхрондауды (21.1-суреттегі П2.1 ауыстырып қосушы) сирек жағдайларда қолданады, ол сыртқы жоғары дәлдікті генераторды қосу арқылы қамтамасыз етіледі. Желіден синхрондау түрі сигналдарды кедергілердің әсерін болдырмау үшін желі кернеуіне еселі жиілікпен синхрондауға мүмкіндік береді. Масштабты жайманың амплитудасы мен ұзақтығы бойынша орнатуды басқару тұтқаларының сигнал параметрлерінің кез келген нүктедегі мәнін өлшеуге арналған мөлшерленген бөліктері болады. П2.2 ауыстырып қосқыш арқылы ара тәрізді кернеулі өзге көзден жайма кернеуін беруге болады. Бұл өлшемдердің дәлдігін қамтамасыз ету үшін осциллографтың ішкі мөлшерлеуші генераторы бар.

Қарастырылған осциллографта көлденең ауытқу каналынан түсетін белгілерді орнатуға, жайманы жарықтандыруға (П3 ауыстырғышы) және сигнал жиілігі мен X кірісіне түсетін сигналға қатысты фазалық ауытқуды бағалау үшін қолданатын Z каналы бар. Физика курсынан белгілі бұр өлшемдер Лиссажу фигуралары бойынша жүргізіледі.

Сигналдық кірістегі шектік жағдайлардың алдын алу үшін (П1) ауыстырғышы орнатылған, оның үш күйі бар: олардың бірінде (2) сигналдың тұрақты құрамдасы «кесіледі» (конденсатор арқылы жабық кіріс), егер ол кірістегі рұқсат етілген шекті айтарлықтай асып, кіріс тізбектерінің істен шығуын тудыру мүмкіндігі болса, мысалы, жоғары вольтты сымдағы кернеу лүпілдеуін бақылаған кезде. 21.1-суретте көрсетілмеген үшінші күй — «корпус». Ауыстырғыштың 1 күйінде сигналдың тұрақты құрамдасы кіріске өтеді.

Бірканалды және ***екіканалды осциллографтарды*** екі сигналдардың осциллограммаларын бір ЭСТ бір уақытта бақылау үшін қолданады. Мұндай қажеттілік кірістік сигналдары бар құрылғылардың шығатын сигналдарын сәйкестендіргенде, импульстердің кідіріс сызбаларын тексергенде, сигнал пішінінің электрлік және радиотехникалық тізбектер арқылы өткенде өзгеруін талдағанда, фазалық ауытқуларды зерттегенде, күрделі электрондық жүйелердегі түрлі уақыттық қималардағы сигналдарды салыстырғанда және т.б. туындайды.

Екіканалды осциллографтарда тігінен ауытқитын екі канал мен , екі каналдың шығыс сигналдарын қарапайым ЭСТ тігінен ауытқытатын пластиналарына кезек-кезекпен беріп тұратын, электрондық ауыстырғыштан тұрады. Екі канал бір-біріне ұқсас. Бұл кезде сигналдарды жеке-жеке немесе бірге бақылау мүмкіндігі болады. Бұл осциллографтың кемшілігі екі каналдың сигналдары бір ауытқытушы пластиналарға периодты түрде қосылғандықтан, белгілі бір ауыстыру жиілігінде «көріністің» «шашырай» бастауында.

Екісәулелі (көпсәулелі) осциллографтың екі тәуелсіз ауытқытушы жүйелері бар арнайы ЭСТ болады, бұл екі синхронды сигналдардың екі осциллограммын бір уақытта бақылауға мүмкіндік береді. Екісәулелі осциллографтың екіканалдымен салыстырғандағы артықшылықтары анық: екісәулелі осциллограф екі сигналды жеке, әрқайсысын өзінің каналында, жиіліктік шектеулерсіз өңдеуге мүмкіндік береді. Сәулелердің саны екіден көп бола алады, бірақ, әдетте, радиотехникалық өлшемдерде оларды қолданбайды.

Көптеген жағдайларда аналогты осциллографтар сандықтармен шеттетіледі, олардың аналогтылармен салыстырғандағы артықшылықтары мынадай: шағын масса мен геометриялық өлшемдер; баптау жеңілдігі; өлшемдер дәлдігі, өлшеу нәтижелерінің автоматты түрде талдануы.

Сандық осциллограф анық және тұрақты көріністі қамтамасыз етеді, экранға мәзірді шығару арқыщы диапазондарды автоматты түрде ауыстыру функциясын жасауға мүмкіндік береді. Алынған ақпаратты ішкі жадыда сақтап, келешекте қолдануға болады.

21.2. ЭЛЕКТР СИГНАЛДАРЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН АРНАЙЫ ҚҰРАЛДАР

АЖС өлшегіш (сипат өлшегіш) — АЖС бақылау мен өткізу жолағын анықтауға арналған. АЖС өлшегіштің кіріктірілген жоғары жиілікті тербелмелі жиілік генераторы болады. Тұрақты амплитудалы сигнал белгілі бір жиіліктер жолағында, жолақтардың басынан соңына дейін өзінің жиілігін үзіліссіз өзгертіп отырады (сканерлейді). Сөйтіп өлшенетін тізбек арқылы жиілікті құрамдастардың бір жиыны өтеді. Өлшегіштің екінші бөлігі кеңжолақты жоғары жиілікті осциллоскоп (осциллографтың бір түрі) болып табылады. Аспаптың шығысын (генераторлық бөлігі) зерттелетін құрылғының кірісіне қосады, ал зерттелетін құрылғының шығысын өлшеуіштің (осциллоскоптың) кірісіне қосады. АЖС өлшегішінің құрылысында сондай-ақ белгілеуге арналған жоғары жиілікті тікбұрышты импульстердің генераторы болады. Нәтижесінде осциллографтың экранында АЖС бақылап, сипаттамадағы белгілердің жиіліктер осіне қатысты орналасуы бойынша өткізу жолағын, шектік жиіліктерін анықтауға болады.

Спектр талдағышты өткізу жолағының шектеулігіне байланысты осциллографты қолдану мүмкін болмаған жағдайларда, жоғары жиілікті құрылғыларды зерттеу үшін қолданады. Оның көмегімен антенна-фидерлік құрылғылардың, тюнерлердің, спутниктік теледидар жүйелерінің, телефония мен сымдық желінің жұмысын талдайды.

Спектр талдағыштарын жіктейді:

- жиіліктер диапазоны бойынша — жоғары радиожиілікті диапазонды және асажоғары оптикалық диапазонды;

- жұмыс принципі бойынша — параллель және тізбектес;
- өлшеу ақпаратын өңдеу мен нәтижелерді көрсету әдісі бойынша — аналогты және сандық;
- өткізілетін талдау сипаты бойынша — спектрдің гармоникалық құрамдастырының амплитудалары туралы ғана ақпарат беретін скалярлық және сигналдардағы фазалық қатынастар туралы ақпаратты да беретін векторлық.

Радиожиілікті спектр талдағыш [1] шынайы сигналдың құрамына кіретін спектрлік құрамдас бөліктердің амплитудалары мен жиіліктерін анықтауға мүмкіндік береді. Оның ең маңызды сипаттамасы талдағышпен ажыратылған екі спектрлік сызықтар арасындағы жиілік бойынша ең кіші аралық түріндегі ажыратымдылық қабілеті болып табылады.

Оптикалық спектр талдағыштары дифракциялық тордың негізінде құрастырылады. Мұндай өлшеу түрінің қажеттілігі ең алдымен оптикалық (лазерлық) сәулелену көздерінің спектрін басқарумен, сондай-ақ спектрлік құрамдастардың ақпаратты талшықты-оптикалық байланыс желілері арқылы жіберуге тигізетін әсер деңгейін анықтаумен байланысты. Спектр талдағышы зерттелетін сұлбаға АЖЖ «жабық» жалғағыштармен және экрандалған кабельдердің көмегімен қосылады.

Өлшеуіш генераторларды [7] зерттелетін сигналдардың көзі ретінде қолданады, олардың көмегімен байланыс каналдары мен электр тізбектерінің жиіліктік сипаттамаларының қасиеттері тексеріледі. Өлшеуін генераторларды жиіліктер диапазоны мен өлшенетін сигналдар пішіні бойынша ажыратады.

Төмен жиілікті генераторлар өздерінің шығысында жиілігі бірнеше бірлік герцтен 200 кГц дейін жететін гармоникалық синусоидты тербелістер тудырады. Бұл генераторлардың негізгі параметрлері ауытқулар мен гармоникалардың минималды санымен мөлшерленген амплитуда мен жиіліктің тұрақтылығы болып табылады. Бұл генераторларды дыбыстық жиіліктің күшейткіш каскадтарында жұмыс істейтін тізбектердің сапасын тексеру үшін қолданады. Жиі оларды дыбыстық генераторлар деп атайды.

Өлшенетін сигналының жиілігі жүздеген мегагерцке дейін жететін жоғары жиілікті генераторларды жоғары жиілікті сигналдарды түрлендіргіштердің тізбектерін тексеру үшін қолданады, сондықтан оларда шығатын сигнал өзгермелі модуляция тереңдігімен амплитудалық және жиілікті модуляцияланған түрде көрсетілген.

Тікбұрышты импульстердің генераторларын сандық схемаларды тексеру үшін қолданады. Олардың опцияларына ұзақтықты, қуыстылықты, импульстердің периодын өзгерту кіреді.

Арнайы өлшеуіш генераторларға арнайы сигналдар: трапециялы, ара тәрізді және үшбұрышты сигналдар генераторларын жатқызады. Олардың бір түрі – күшейткіштердің каскадтарын сигналдың шуға, кедергіге төзімділік пен таңдаушылыққа қатысты тексеруге арналған шу генераторлары.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Осциллографтың жұмысы қандай принциптерге негізделген? Оның құрылымдық сызбасы мен негізгі басқару мүшелерін сипаттаңыз.
2. Импульстік сигналдардың негізгі параметрлерін осциллографтың көмегімен қалай өлшеуге болады?
3. Осциллографты калибрлеу не үшін керек және ол қалай жасалады?
4. Аналогты осциллографтың сандықтан түбегейлі айырмашылығы неде?
5. Құрылғының жиілік диапазонын АЖС өлшегішінің көмегімен қалай өлшеуге болады?

22-бөлім

ПАССИВТІ ЖӘНЕ БЕЛСЕНДІ РАДИОЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЗГЕРТУ

22.1. ПАССИВТІ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУ ЖОЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Радиоэлектрондық түйіндердің құрастыру және монтаждау жұмыстарынан кейінгі атқырымдылығы жеке дискретті компоненттердің сапасына байланысты.

Ақауды болдырмау үшін радиоэлементтерді кірістік бақылау өткізіледі. Ол арнайы өлшеуіш жабдықта дискретті элементтердің: резисторлардың, конденсаторлардың, индуктивтіліктердің, диодтардың, транзисторлардың және т.б. параметрлерін бағалау үшін жасалады.

Тұрақты тоққа кедергіні өлшеу үшін омметрлер мен мегомметрлерді қолданады.

Омметрлермен мәндері 0,1 Омнан 100 Мом дейінгі кедергілерді өлшейді.

Омметрдің жұмыс принципі өлшенетін кедергіні үлгілімен салыстыруға негізделген. Кедергіні өлшеу үшін омметрге кедергілердің өлшемділігін магнитті-электрлік жүйеде тіркелетін электр тоғына түрлендіру үшін қорек көзі (батарея немесе аккумулятор) керек. Өлшеуге арналған үлкен кедергіні үлгілімен тізбектей қосады. Өлшеу алдында аспапты калибрлейді]. қысқыштарды қысқа тұйықтап, механикалық реттеушінің көмегімен меңзерлік нұсқаманы нөлдік қалыпқа әкеледі. Аз кедергілерді өлшеу үшін параллель қосу сызбасын қолдануға болады.

Мегомметрлерді 500-ден 3 000 В дейін кернеу кезіндегі электртехникалық құрылғылардың орамдары мен сымдарының оқшаулама параметрлерін өлшеу үшін қолданады.

Мегомметрлер логометрлік өлшеу жүйесін қолданады. Бұл кезде бір атанаққа оралған екі катушка қолданылады. Мегомметрдің ішінде қол жетекті генератор орнатылған. Генератор катушкаларда электрмагниттік өріс тудырады. Бір катушканың тоғы үлгілі резистор арқылы, ал екінші өлшенетін кедергі арқылы өтеді.

Меңзердің ауытқуы үлгілі кедергінің өлшенетінге қатынасымен анықталады. Бұл құралмен сымдар мен кабельдердің оқшаулама кедергісін өлшейді.

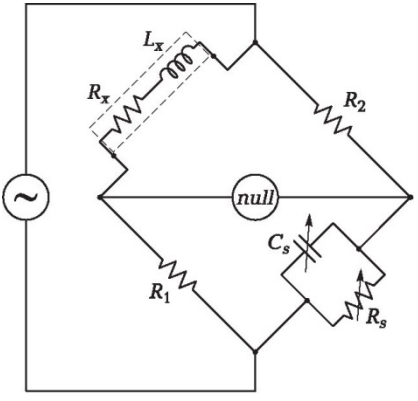
Кедергіні дәл өлшеу үшін көпірлік әдісті қолданады. Көпірдің бір диагоналіне нөлдік индикатор, ал екіншісіне тоқ көзі қосылады, бір иінге өлшенетін нысан, ал қалған үшеуіне мөлшерленген шамалар (үлгілі резисторлар, олардың бірі айнымалы) қосылады. Өлшеу үдерісі көпірді тепе-теңдікке әкелуге саяды (нөлдік индикатор бойынша тоқ өтпеу керек). Номиналды санау мөлшерлеу шамасының (мысалы, кедергілер қорабының) көрсеткіштері бойынша жүргізіледі.

Аналогты типтегі электрондық омметрлер кедергіні операциялық типтегі арнайы күшейткіштің көмегімен кернеуге түрлендіруге негізделген. Осылай көрсеткіштердің дәлдігі мен тұрақтылығы қамтамасыз етіледі.

Сандық омметрлер автоматты басқарылатын теңгерумен өлшеуіш көпір болып табылады. Күрделі анықтамаға қарамастан, жұмыс принципінің өзі қарапайым. Өлшенетін кедергіге байланысты теңгеретін резисторлардың номиналды автоматты түрде таңдалады, одан кейін өлшеу нәтижелері туралы ақпарат сандық дисплейде көрсетіледі.

Индуктивтілік L_x өлшеуді (22.1-сурет) C_s эталондық сыйымдылығын қолдану арқылы жүргізеді, бірдей белсенді кедергілер R_1 және R_2 көпірдің қарама-қарсы иіндеріне қосылады. Көпірді C_s өзгерту арқылы теңгереді. Мұндағы ізделіп отырған индуктивтілік L_x = = $R_1R_2C_s$.

Сыйымдылықты анықтау үшін L_x индуктивтіліктің орына өлшенетін конденсаторды, ал C_s орнына эталон индуктивтілікті



22.1-сурет. Индуктивтілік пен сыйымдылықты өлшеудің көпірлік сызбасы

қосады. R_s кедергісі $C_s(L_s)$ шығындардың кедергілерін өтеу үшін қосылады.

Өлшеудің резонанстық әдісі жоғары жиіліктерде таралған, өйткені төмен жиіліктерде төмен төзімділік үшін резонанстық құбылыстар нашар білінеді. Резонанстық әдіспен контурға эталондық индуктивтілікпен не сыйымдылықпен қосылатын индуктивтілік пен сыйымдылықты өлшейді. Контурды жоғары жиілікті генераторға бөлгіш трансформатор арқылы қосады. Генератрдың жиілігін өзгерте отырып, контурдың резонансқа баплатуына қол жеткізеді, оны контурдағы ең үлкен тоқ бойынша білуге болады. Сыйымдылық пен индуктивтілік бірліктерімен бөліктенген индикатор бойынша белгісіз элементтің номиналын анықтайды. Әдістің номиналдыр бойынша шектеулігі бар: үлкен сыйымдылық пен индуктивтілік кезінде өлшемдердің қателігі үлкен болады.

22.2. БЕЛСЕНДІ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУ ӘДІСТЕРІ МЕН ЖОЛДАРЫ

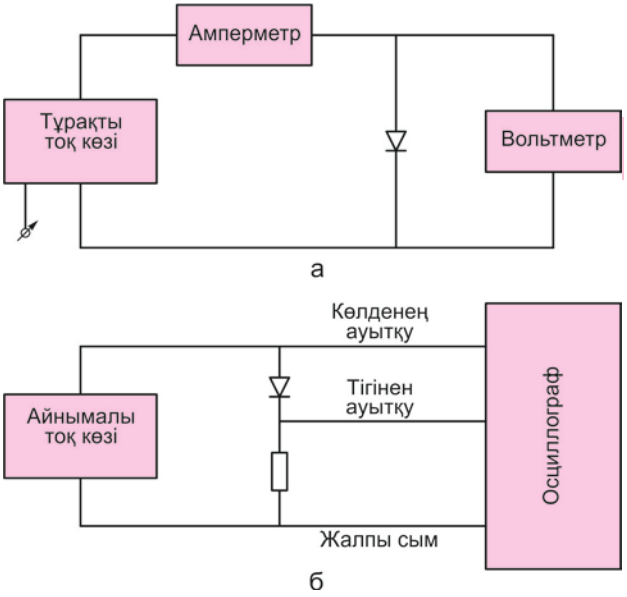
Дискретті жартылай өткізгіш элементтердің (диодтар, транзисторлар және т.б.) сызбаның жұмыс істеуі үшін анықтаушы мәнге ие бірқатар параметрлері болады, сондықтан олар ерекше бақылауға алынады.

Тұрақты тоқтағы диодтың параметрлерін 22.2, ***а*** суретте көрсетілген сызбаның көмегімен өлшеуге болады.

Тесіктің кернеуін өлшеу үшін диод арқылы кері бағытта ағу тоғының рұқсат етілген мәніне тең тұрақты тоқ өткізіледі де, диодтағы кернеу өлшенеді. Өлшеу үшін аз тоққа арналған амперметр және үлкен кернеулерге арналған вольтметр қолданылады. Вольт-амперлық сипаттаманы (ВАС) құрастыру кезінде ашық диод арқылы тура бағытта тоқты өткізіп, кернеуді өлшейді. Нүктелер бойынша ВАС құрастырады. Бұл кезде амперметр үлкен тоқтарды өлшеуге, ал вольтметр 1 В дейінгі төмен кернеулерді өлшеуге жарамды болу керек.

22.2, ***б*** суретте диодтың ВАС динамикалық режимде, оны осциллограф экранында көрсете отырып өлшеу сызбасы көрсетілген.

Транзисторлардың параметрлерінің техникалық шарттардың талаптарына сәйкестігін тексеру және сызбаларды есептеуге қажетті мәліметтерді алу үшін жартылай өткізгіш аспаптардың параметрлерін стандартты өлшеуді қолданады.



22.2-сурет. Диод параметрлерін өлшеу сызбасы:
а — диод параметрлерін өлшеу сызбасы; *б* — диодтың ВАС өлшеу сызбасы

Аналогты өлшегіштерге отандық өндірістік сериялар жатады: Л2-54, Л2-68 және т.б.

Өрістік транзисторлардың параметрлерін өлшеу үшін Л2-78 немесе Л2-80 маркаларының құралдарын қолданады. Бұл өлшегіштер негізгі статикалық параметрлерді: коллектордың кері тоғын; диодтардың кері тоғын; h_{21} типінің транзисторларының тоқты өткізудің статикалық коэффициентін; диодтардың тура кернеуін; стабилитрондардың тұрақтандыру кернеуін және т.б. өлшеуге арналған.

Л2-76 сандық өлшегіші параметрді өлшеу нәтижелерін автоматты түрде өңдеу мен сандық көрсету арқылы өлшеудің автоматтық циклін қамтамасыз етеді, сондай-ақ оның кіріктірілген өзін-өзі тексеруі мен диагностикасы бар.

ИППП сериясының жартылай өткізгіш құралдарының параметрлерін әмбебап сандық өлшегіш электрондық компоненттердің ВАС зерттеу мен оларды монитор экранында бақылауға, сондай-ақ параметрлерді өте жоғары дәлдікпен және нақтылықпен өлшеуге арналған.

Бұл аспаптың негізгі сипаттамалары келесідей:

- тоқтар мен кернеулерді орнату/өлшеу қателігі — 0,5 %;

- кернеуді өлшегіштердің сезгіштігі — 10 мкВ;
- тоқты өлшегіштердің сезгіштігі — 0,1 пА.

Әмбебап сандық өлшегіштің қосымша мүмкіндіктері электрлік шамаларды электрлік емес шамаларға және керісінше түрлендіргіштерді (жарық және фотодиодтар, Холл датчиктері, пьез элементтері және басқа) зерттеу болып табылады, бұл осы аспапты ерекшелендіреді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Резисторлардың кедергісін мен конденсаторлардың сыйымдылығын қандай жолдармен және қандай құралдармен өлшеуге болады?
2. Сымдардың оқшауламасының кедергісін қандай құралмен өлшейді?
3. Элементтердің параметрлерін көпірлік әдіспен өлшеу принципінің мәні неде?
4. Диодтың, транзистордың, тиристордың дұрыстығын қалай анықтауға болады?
5. Белсенді жартылай өткізгіш элементтердің параметрлерін өлшеуге арналған арнайы құралдарды атаңыз.

VIII тарау

ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ КЕЗІНДЕГІ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰЖАТТАМА

23-бөлім

БҚҚЖ МЕН БТҚЖ ҚҰЖАТТАРЫ

23.1. ҚҰРАСТЫРЫМДЫҚ ҚҰЖАТТАР

Электрондық құрылғыларды дайындау мен құрастыру кезінде Бірыңғай құрастырымдық құжаттама жүйесі (БҚҚЖ) қолданылады. БҚҚЖ кіретін мемлекеттік стандарттар өзара байланысты бірыңғай ережелер мен бұйымның құрылыстық құжаттамасын дайындау, безендіру және пайдалану тәртіптерін орнатады.

Құрастырымдық құжаттар (ҚҚ) — бұл бұйымның құрамы мен құрылысын жеке немесе біріктере отырып анықтайтын және оны дайындау мен әзірлеу, бақылау, қабылдау, пайдалану және жөндеу бойынша мәліметтерді қамтитын құжаттар. Көрсетілуі бойынша ҚҚ графикалық және мәтіндік болып бөлінеді.

Мәтіндік құжаттарға жатқызылады:

- ***түсіндірме жазба*** (ТЖ) — бұйымның құрылы мен жұмыс принципінің сипаттамасы, сондай-ақ оны дайындау кезінде қабылданған техникалық-экономикалық шешімдердің негіздемесі;
- ***техникалық шарттар*** (ТШ) — өнімді (бұйымды, материалды, жабдықты және т.б.) дайындау, қабылдау, сақтау, пайдалану және жою үдерісіне қойылатын талаптар, сондай-ақ тексеру жолдары бойынша нұсқамалар. Техникалық шарттар бұйымға әлі де МЕМСТ дайындалмаған болса, немесе бұйымды стандарт бойынша өндірмесе жасалады;

- ***сынау бағдарламасы мен әдістемесі*** (БӘ) — бұйымды сынау кезінде тексерілетін техникалық мәліметтер, оларды бақылау реті мен әдістері;
- ***есептеу*** (РР) — параметрлер мен шамалардың есептеулері, мысалы, өлшемдік тізбектерді есептеу, төзімділікті есептеу, жылу режимін есептеу және т.б.;
- қолданылатын материалдар мен бөлшектердің ***сипаттамасы***;
- ***пайдаланушыға нұсқаулық*** (ПН) — түйінді, бөлшекті, аспапты қолданған кезде сауатты пайдалану нұсқаулары мен ережелері;
- ***нұсқаулық*** (нұсқау) — сервистік қызметтер мен өндірістік

бөлімшелерге арналған бұйымды дайындау мен оны құрастыру, реттеу, бақылау және т.б. кезінде жөндеу ерекшеліктері туралы нұсқаулар.

Графикалық құрастырымдық құжаттар — орнатылған стандарт таңбалар мен ережелердің көмегімен құрылғы, жұмыс принципі, құрамы мен бұйымның жеке элементтері арасындағы байланыстар түсіндірілетін құжаттар. Оларға жатқызылады:

- ***құрамалық сызба*** (ҚС) — құрастыру мен тексеруге қажетті құрастыру бірліктері мен өзге бөлшектердің көрінісі;
- ***жалпы көрініс сызбасы*** (ЖК) —бұйымның негізгі бөліктерінің өзара әрекеттестігі мен жұмыс принципі туралы түсінік беретін, бұйым құрылымының көрінісі;
- ***жинақтау сызбасы*** (монтаждау сұлбасы) — бұйымды орнатуға (монтаждауға) арналған мәліметтерді қамтитын, бұйымның контурлық (жеңілдетілген) көрінісі;
- ***электрмонтаждау сызбасы*** (ЭС) немесе қосылыстар сызбасы —бұйымның электрлік монтажына арналған мәліметтер;
- электрлік ***сызбалар***, құрамына бұйымның элементтерінің, түйіндерінің және блоктарының шартты графикалық белгіленуі (ШГБ) мен олардың арасындағы электр байланыстары кіреді.

23.2. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰЖАТТАМА

Бірыңғай технологиялық құжаттама жүйесінің (БТҚЖ) мемлекеттік стандарттары технологиялық құжаттаманы дайындау реті, безендіру және пайдалану бойынша бірыңғай ережелер мен тәртіптер орнатады.

Технологиялық құжаттама (ТҚ) — мәтіндік немесе графикалық, жеке немесе жиынтық түрде бұйымды дайындау,

операцияларды орындау ретін анықтайды және бұйымдарды тексеру мен қабылдауға қажетті мәліметтерді қамтиды.

Негізгі технологиялық құжаттарда келесідей мәліметтер болады:

- бұйымның жасақтаушы және құрамдас бөліктері мен қолданылған материалдар туралы;
- орындаушылардың технологиялық үдерістер мен операцияларды өткізу кезінде орындайтын әрекеттері туралы;
- өндірісті технологиялық жабдықтау құралдары – жабдықтар, құрылғылар мен аспаптар туралы;
- технологиялық жабдықтау құралдары мен материалдары, еңбек шығындарының есептеулері туралы;
- дайындау мен жөндеудің технологиялық бағыты туралы.

Жұмысшылар технологиялық құжаттарды, әдетте, жұмыс орындарында қолданады. Көмекші технологиялық құжаттарды жұмыстың ұйымдастырылуын жақсарту мен оңтайландыру үшін өндірістің технологиялық дайындығы бойынша дайындайды. Туынды технологиялық құжаттарды еңбек шығындарын, материалдарды, жартылай фабрикаттар мен жасақтаушы бұйымдарды беру мен тапсыруды тұрақтандырумен байланысты тапсырмаларды шешу үшін қолданады.

Технологиялық құжаттардың келесідеу түрлері ажыратылады:

- технологиялық маршрут тізімдемесі — бұйымды және оның құрамдас бөліктерін құрастырудың технологиялық маршруты бойынша жиынтық ақпарат;
- материалдар тізімдемесі — бұйымға кететін материалдар шығындарының толық жиынтық нормалары;
- бұйымды құрастыру тізімдемесі — бұйымды құрамдас бөліктердің түсу кезегі мен олардың санын ескере отырып құрастыру реті;
- жабдықталу тізімдемесі — бұйымды дайындау (жөндеу) кезінде қолданылатын технологиялық жабдықталудың (құралдар мен аспаптардың) толық құрамы;
- құрал-жабдықтардың тізімдемесі — бұйымды дайындау (жөндеу) кезінде қолданылатын құрал-жабдықтардың толық құрамы;
- технологиялық нұсқаулық — жұмыстың қайталанатын әдістерінің, технологиялық жабдықтау құралдарын монтаждау, құрастыру, жөндеу мен баптау бойынша әрекеттердің, ерітінділерді, электролиттерді, қоспаларды және т.б. дайындаудың, сондай-ақ жеке типтегі және топтық технологиялық үдерістердің (операциялардың) сипаттамасы;
- маршруттық карта —қолданылатын операциялар құрамы, жабдықтар, технологиялық құжаттар мен бүкіл технологиялық үдеріске кететін шығын бойынша жиынтық мәліметтер.

- о перациялық карта (ОК) — әрбір жұмыс орнындағы жеке технологиялық операциялардың сипаттамасы.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Құрылымдық құжаттамаға қандай құжаттар жатады?
2. Технологиялық құжаттамаға қандай құжаттар жатады?
3. Технологиялық карталардың түрлері мен типтерін атаңыз. Олардың міндеті қандай?
4. Қандай құжаттарда принциптік сұлбада көрсетілген элементтердің құрамы, сипаттамалары мен параметрлері көрсетіледі?
5. Техникалық шарттар түсінігіне не кіреді?

24-бөлім

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕХНИКА БҰЙЫМДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРЛІК

24.1. СҰЛБА ТҮРЛЕРІ МЕН ТИПТЕРІ, ЭЛЕКТРЛІК СҰЛБАЛАРДЫҢ МІНДЕТТЕРІ МЕН ҚҰРАСТЫРУ ЕРЕЖЕЛЕРІ

Сұлба — бұйымның құрамдас бөліктері мен олардың арасындағы байланыстар шартты көріністер немесе белгілер түрінде көрсетілген графикалық құрылымдық құжат.

Сұлбаларды бұйымның жұмыс принципін, оларды дайындау, жөндеу мен реттеуді зерттеу үшін, бұйымның құрамдас бөліктерінің құрылыс ерекшеліктерін айқындаусыз олардың арасындағы байланыстарды түсіну үшін қолданады. Сұлбалар келешекте жеке бөліктерді немесе бұйымды тұтастай құрастыруға арналған бастапқы негіз болып табылады.

Бұйымның құрамына кіретін элементтердің түрлері, олардың арасындағы байланыстар мен міндеттері бойынша сұлбаларды түрлер мен типтерге бөледі. Радиоэлектроникада электрлік сұлбалар қолданылады, құрылымдық құжаттамада олар Э әрпімен белгіленеді. Электрлік сұлбалардың түрлері мен олардың сызбалардағы шартты белгілері төменде берілген.

Электр сұлбаларының түрлерінің сызбаларда белгіленуі

Сұлба түрі	*Белгіленуі*
Құрылымдық	1
Функционалдық	2
Принциптік	3
Қосылыстар (монтаждық)	4
Қосу	5
Орналасу	6
Жалпы	7

Мысалы, принциптік электрлік сұлба Э3 деп белгіленеді.

Құрылымдық сұлба бұйымның негізгі атқарымдық бөліктерін, олардың міндеттері мен өзара байланыстарын көрсетеді. Оны бұйымды жобалаудың алғашқы кезеңдерінде, сұлбалардың өзге типтерінің дайындалуының алдында дайындап, бұйымның жұмысын жалпы түсіну үшін қолданады.

Функционалдық сұлба – бұйымның түрлі тізбектерінде өтетін үдерістерді ажыратып, сигналдарды өңдеу каналдарының (тізбектерінің) кірістен шығысқа дейінгі немесе оның жеке бөліктерінің шартты белгіленуін қамтып, онда өтетін үдерістердің ұсақ-түйектеріне сіз, бірақ оның жеке бөліктері арасындағы логикалық байланыстарды бағыттаушы нұсқарлар арқылы көрсетеді. Функционалдық сұлбаны бұйымның жұмыс принципін зерттеу үшін, сондай-ақ оны жөндеу, жеке параметрлерін тексеру мен ретке келтірген кезде қолданады. Бұл сұлбада элементтерді өз еркімен белгілеу рұқсат етіледі.

Принциптік сұлба (толық) – элементтердің толық құрамы мен олардың арасындағы байланыстарды анықтайды, және, әдетте, бұйымның жұмыс принципі туралы толық көрініс береді. Принциптік сұлбамен нақты бір бұйымның жұмыс принципін зерттеу үшін, сондай-ақ оны жөндеу, параметрлерін тексеру мен ретке келтіру кезінде қолданады. Ол өзгек құрылымдық құжаттарды, мысалы, қосылыстар (монтаждық) сұлбалары мен сызбаларды дайындаған кезде негіз болып табылады.

Қосылыстар сұлбасы (монтаждық) – бұйымның құрамдас бөліктерінің қосылыстарын көрсетеді және осы қосылыстар орындалған сымдарды, сымдықтарды, кабельдерді, сондай-ақ олардың қосылу орындары мен кірістерді (жалғағыштар, платалар, қысқыштар және т.б.) анықтайды. Қосылыстар (монтаждық) сұлбасымен өзге құрылымдық құжаттарды, ең алдымен, сымдарды, сымдықтарды, кабельдерді бекіту жолдары мен салынуын, радиоэлементтерді орналастырылуын анықтайтын сызбалар мен үлгілерді дайындаған кезде, сондай-ақ бұйымдардың параметрлерін бақылау, пайдалану және жөндеу кезінде қолданады.

Қосу сұлбасы – бұйымның өлшеуіш және бақылау аспаптарына, атқарушы механизмдер мен қорек көздеріне сырттай қосылуын көрсетеді. Қосу сұлбасын бұйымды құрастыру мен оны пайдалану кезінде қолданады.

Жалпы сұлба – бұйымның құрамдас бөліктері мен механикалық және электрлік қосылыстардың орындалуын анықтайды. Бұл сұлбаны бұйыммен танысқанда, оның жеке электрмеханикалық түйіндерін бөлшектеу мен жинау кезінде қолданады. Құрастыру бірлігіне арналған жалпы сұлбаны қажет болған жағдайда дайындайды.

Орналасу сұлбасы – бұйымның құрамдас бөліктерінің, сондай-ақ қажет болған жағдайда сымдықтардың, сымдардың, кабельдердің, кабель сымдарының және т.б. кеңістіктегі салыстырмалы орналасуын анықтайды. Бұл күрделі электрондық техникаға сервистік қызметтегі міндетті элемент болып табылады; жөндеу мен қызмет көрсету бойынша нұсқаулықтың құрамына кіреді.

Сұлбалардың құрамдас бөліктері болып табылады:

- сұлба элементі — сұлбаның бөліктерге бөлуге болмайтын, өзіндік мәні бар құрамдас бөлігі (миркосхема, резистор, трансформатор және басқа);
- қондырғы — бірыңғай құрылыс (блок, модуль) болып табылатын элементтер жиынтығы. Қондырғының белгілі бір атқарымдық міндеті болмауы мүмкін;
- функционалдық топ — белгілі бір функцияны атқаратын және бір құрылысқа біріктірілмеген элементтер жиынтығы;
- функционалдық бөлік —белгілі бір атқарымдық міндеті бар элемент, қондырғы немесе функционалдық топ;
- функционалдық тізбек — бұйымның функционалдық бөліктерінің арасындағы байланыстардың бар болуын көрсететін сұлбадағы сызық, канал;
- өзара байланыс сызығы — бұйымның функционалдық бөліктерінің арасындағы байланыстың бар болуын көрсететін сұлбадағы сызық кесіндісі;
- электрлік байланыс сызығы — сұлбадағы тоқтың, сигналдың және т.б. өту жолын көрсететін сызықтар.

24.2. ПРИНЦИПТІК ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ СҰЛБАЛАРДЫ ДАЙЫНДАУ ЕРЕЖЕЛЕРІ

Сұлбаларды жобалау кезінде БҚҚЖ сәйкес стандарттарында айтылған ережелерді сақтаған жөн. Оларда сұлбалардың элементтерінің шартты графикалық белгіленуі, элементтер арасындағы графикалық қосылыстарға қойылатын талаптар, түрлі техникалық мәліметтерді шартты графикалық белгілеулерде орналастыру ережелері және т.б. орнатылады.

Электрлік функционалдық сұлбада (Э2) аппаратураның жұмысын анықтайтын функционалдық бөліктерді және олардың арасындағы байланыстарды көрсетеді. Сұлбада көрсетілу керек:

- әрбір функционалдық топ үшін — атауы;
- тік төртбұрышпен көрсетілген әрбір қондырғы үшін — атауы, белгіленуі немесе типі;

- шартты графикалық белгі түрінде бейнеленген әрбір қондырғы үшін — белгіленуі немесе типі;
- әрбір элемент үшін, егер ол салынған болса — оған принциптік сұлбада берілген позициялық белгілену немесе типі.

Қондырғының немесе элементтің атауын, белгіленуін немесе типін тік төртбұрыштарға жазу ұсынылады. Сұлбада түсіндіретін жазулар, сигналдардың өту ретін анықтайтын диаграммалар немесе кестелер қоюға, сондай-ақ сипаттық нүктелерде параметрлерді (импуьстердің пішіні мен шамасы, орындалатын логикалық функция және т.б.) көрсетуге рұқсат етілген.

Функционалдық сұлбаны құрастыру үлгісі 24.1-суретте көрсетілген.

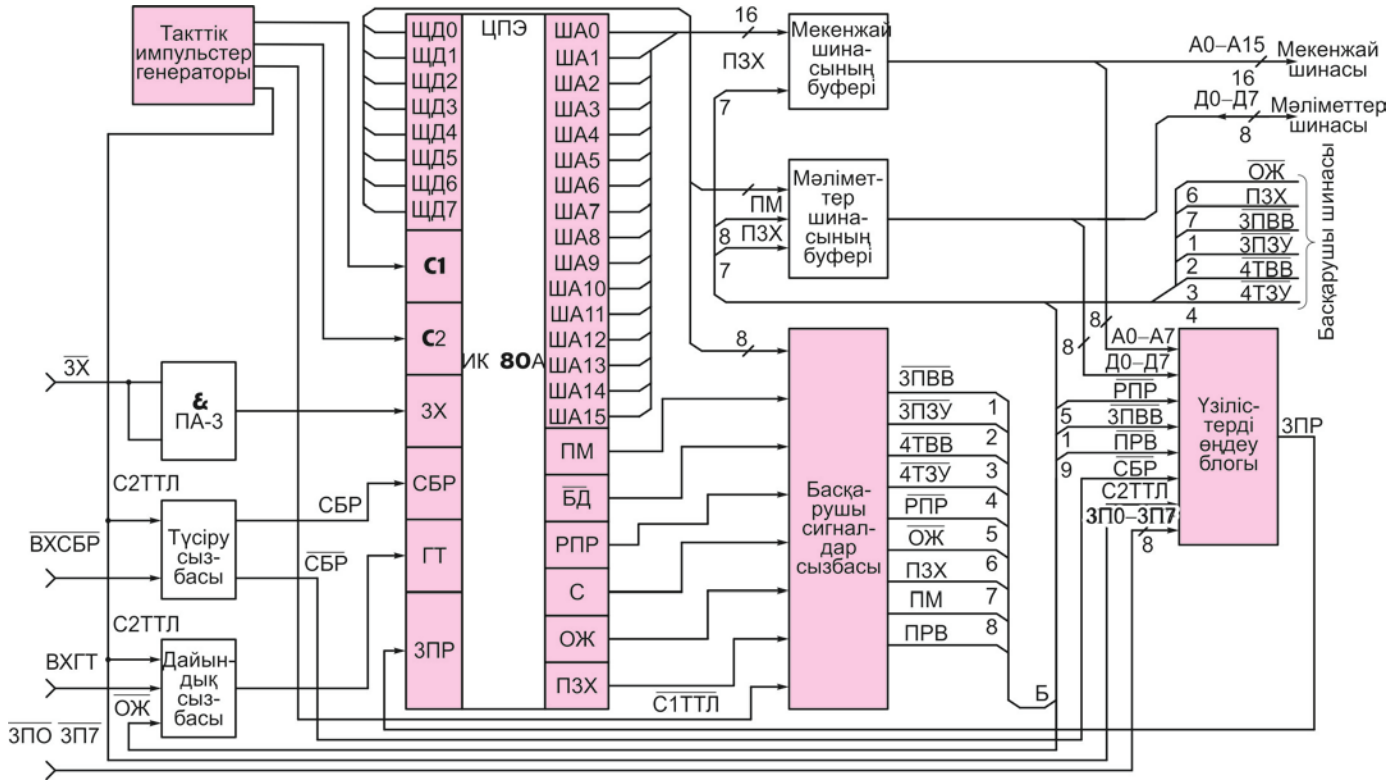
Электрлік принциптік сұлбада РЭА немесе оның жеке түйінің құрастыруға қажетті барлық элементтер, элементтер арасындағы байланыстар мен кіріс және шығыс тізбектерін аяқтайтын барлық элементтер көрсетіледі. Сұлбада элементтерді БҚҚЖ МЕМСТ 2.721—74, МЕМСТ 2.708—81 және МЕМСТ 2.759 — 82 стандарттарымен орнатылған шартты графикалық белгілер (ШГБ) түрінде бейнеленеді. Элементтердің шартты графикалық белгілер стандарттарда көрсетілген қалыппен немесе 90° еселі бұрышпен бұрып көрсетеді (45° еселі бұрышқа бұруға рұқсат етіледі).

Принциптік электрлік сұлбаның үлгісі 24.2.-суретте көрсетілген.

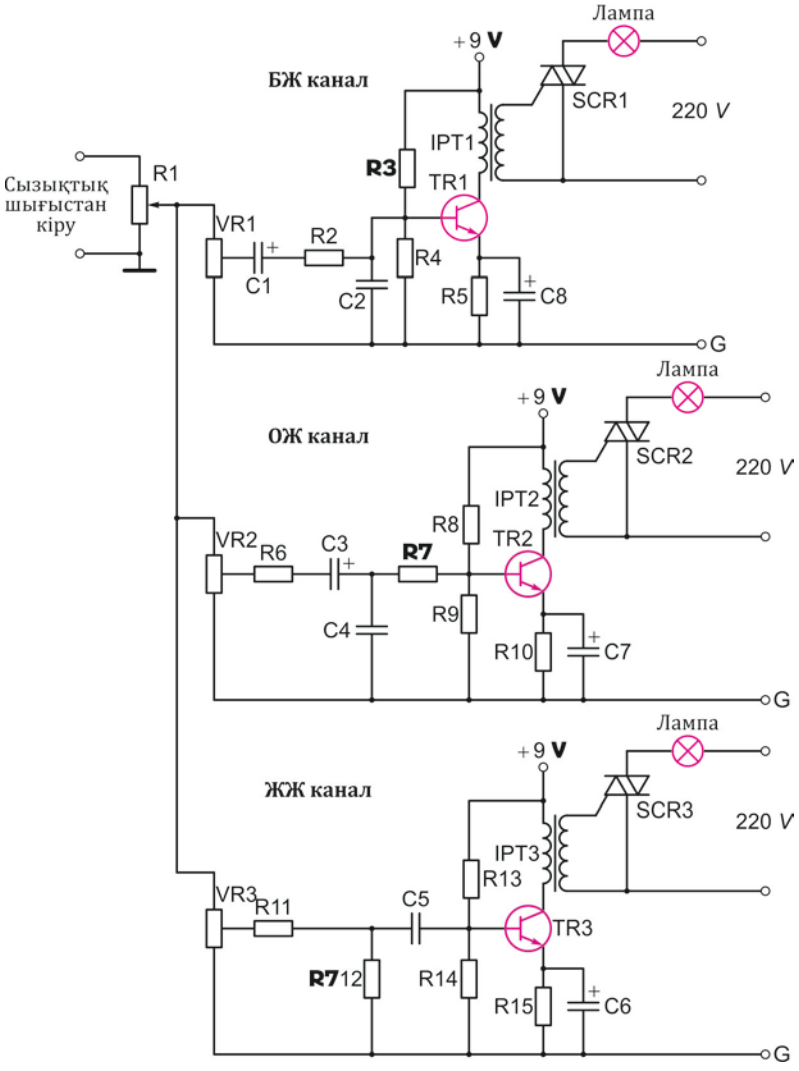
Электрлік принциптік сұлбаларды МЕМСТ 2.702—2011 сәйкес безендіреді, олар графикалық шешімдердің айқындылығымен және анықтығымен ерекшелену керек.

Графикалық белгілердің барлық өлшемдерін пропорционалды түрде өзгертуге болады. Реле, трансформаторлар секілді және түйіспелерінің саны көп өзге де элементтер сұлбада екі әдіспен бейнелене алады: біріктірілген және таратылған. Біріктірілген әдіс кезінде элементтердің немесе қондырғылардың құрамдас бөліктері сұлбада бір-біріне тікелей жақын бейнеленеді, ал таратылған әдісте жеке тізбектердің үлкен көрнекілігі үшін жеке орындарда бейнеленеді.

Сұлбаларды жолдық әдіспен жасаған ұсынылады. Бір тізбекке кіретін қондырғылар мен элементтердің шартты графикалық белгіленуін кезекпен, бірінің артынан бірін түзу бойынша, ал жеке тізбектерді параллель көлденең не вертикаль жолдар түрінде бейнелейді.



24.1-сурет. Басқару қондырғысының функционалдық сұлбасының үлгісі



24.2-сурет. Принциптік сұлбаны орындау үлгісі

Элементтердің шартты белгілерін сұлбада қалыңдығы байланыс сызықтарындай сызықтармен жасайды. Байланыс сызықтарының ұсынылған қалыңдығы 0,3-тен 0,4 мм дейін. Байланыс сызықтары көлденең және тік кесінділерден тұрып, сынықтардың ең аз рұқсат етілген саны болу керек. Жеке жағдайларда байланыс сызықтарының көлбеу кесінділерін қолдану рұқсат етіледі. Байланыс сызықтарының үзілген жерлерін осы сызықтың белгіленуі және тізбектердің

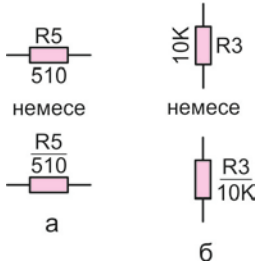
сипаттамалары (полярлығы, потенциал және т.б.) көрсетілген нұсқармен аяқтайды. Үзілген сызықтың кері бөлігі нұсқардың артымен, тура басы секілді белгімен белгіленеді. Сызбаны жеңілдету үшін бір-бірімен электрлік байланыстырылмаған бірнеше байланыс сызықтарын бір ортақ жуандатылған сызыққа (сымдық) «біріктіруге» болады, бірақ түйіспелерге жақындаған кезде әрбір сызық жеке көрсетілу керек, оларды кіріс пен шығыста бірдей сандармен нөмірлеу керек.

Бұйымның сұлбада көрсетілген барлық элементтеріне, қондырғыларына және функционалдық топтарына позициялық белгілер беріледі, олар элементтің түрі мен оның осы түр аясындағы реттік нөмірі туралы ақпаратты қамтиды. Позициялық белгілену өзіндік мағыналық мәні бар үш таңбадан тұрады.

Бірінші таңба элементтің түрін бір немесе бірнеше әріппен МЕМСТ 2.710 — 81 сәйкес көрсетеді (R — резистор, C — конденсатор, D — интегралдық сұлба, E — микроқұрылыс, F — түрлі элементтер, P — сақтандырғыш, V — электрвакуумдық аспап, L — индуктивтілік катушкасы).

Екінші таңба цифр түрінде элементтің берілген түрдің аясындағы реттік нөмірін көрсетеді, мысалы: ***R1, R2,*** ..., ***R12, C1, C2,*** ..., ***C14.***

Үшінші таңбада, егер ол бар болса, сәйкес функционалдық міндетті көрсетуге болады, мысалы: ***C4J*** — ***C4*** конденсаторы интегралдаушы ретінде қолданылады. Позициялық белгілерді элементтердің шартты графикалық белгілерінің жанында оң жағынан немесе олардың үстіне қояды. Кейбір жағдайларда (мысалы, жартылай өткізгіш интегралдық микросхемаға жасалған принциптік сұлбада) шартты графикалық және позициялық белгілердің жанына резисторлар мен конденсаторлардың номиналдарын көрсетеді. Бұл кезде өлшеу бірліктерінің жеңілдетілген әдісін қолдану рұқсат етіледі (24.3-сурет).



24.3-сурет. РЭА сұлбаларындағы физикалық шамалардың өлшем бірліктерін белгілеудің жеңілдетілген әдісі

Резисторлар мен конденсаторлардың номиналдарын безендіру мысалдары төменде келтірілген:

резисторлар үшін:

- 0,1-ден 999 Ом дейін — өлшем бірліктері көрсетілмейді;
- 1 000ден 10000 Ом дейін— килоомдарда, өлшем бірлігін кіші әріппен көрсетумен;
- 0,1 $\cdot 10^6$ бастап 1 000 $\cdot 10^6$ Ом дейін— мегаоммен, өлшем бірлігін М үлкен әрпімен көрсетумен;
- 1 $\cdot 10^{12}$ Ом артық — гигаомдармен, өлшем бірлігін Г үлкен әрпімен көрсетумен;

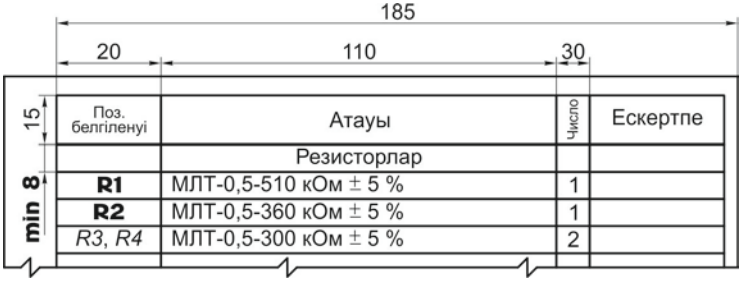
конденсаторлар үшін:

- 1 $\cdot 10^{-12}$ бастап 100 $\cdot 10^{-12}$ Ф дейін — пикофарадтармен өлшем бірлігін көрсетпей;
- 0,1 $\cdot 10^{-6}$ бастап 100- 10^{-6} Ф дейін - микрофарадтармен, өлшем бірлігін мкФ көрсетумен;

Сандық элементтердің шартты графикалық белгілерін (МЕМСТ 2.743—91) тік төртбұрыштармен салады және оларда негізгі (ортасында) және екі қосымша аймақ болады (24.1-суретті қарау, ИК80А) элементтері. Тік төртбұрыштың ені бойынша өлшемі қосымша аймақтардың болуына және оларға енгізілген белгілердің (таңбалардың, функцияның белгіленуінің және т.б.) санынан байланысты, биіктігі бойынша шықпалар саны, олар арасындағы аралықтар мен негізгі және қосымша аймақтардағы ақпарат жолдарының санына байланысты. Алайда олардың өлшемдеріне шектеулер қойылады. Негізгі аймақтың ені 10 мм, ал қосымшалардікі 5 мм кем емес, шықпалар арасындағы қашықтық 5 мм болу керек. Элементтердің шықпаларында кірістер, шығыстар және ешқандай ақпараты жоқ шықпалар болады. Кірістерді сол жақтан, шығыстарды оң жақтан, ал қалған шықпаларды ШГБ кез келген жағынан бейнелейді. Қажеттілік туындаған жағдайда ШГБ сағат тілімен 90°бұрып, кірістерді үстінен, ал шығыстарды астынан орналастыруға болады. Бұл ретті сұлбаны оқу ыңғайлығы үшін бұзуға рұқсат етіледі. Элементтің функционалдық міндетін микросхеманың ШГБ негізгі аймағының үстінгі бөлігінде көрсетеді. Оны латын әліппесінің үлкен әріптерінен, араб цифрлері мен таңбаларынан арасына бос орын қалдырмай жазып құрастырады. Сандық техника элементтерінің ШГБ қосымша аймақтарында шықпалардың, көрсеткіштердің, белгілердің функционалдық міндеттері туралы ақпарат беріледі.

Элементтің түрі мен нөмірі оның әріптік-сандық белгіленуінің міндетті бөлігі болып табылады жіәне барлық элементтер мен қондырғыларға беріледі.

Сұлбаға қосылған элементтер тұралы мәліметтер тізімге (сипаттамаға) жазылу керек, оны сұлбаның бірінші бетіне



24.4-сурет. РЭА сипаттамасының көрінісі

орналастырады, немесе тізімді жеке құжат ретінде жасайды. Тізімнің элементтердің шартты графикалық белгілерімен байланысы позициялық белгілер арқылы орнатылады. Элементтер тізімін үстінен астыға қарай белгіленген форма бойынша толтырылатын кесте түрінде безендіреді (24.4-сурет).

Тізімнің бағандарында келесі мәліметтер көрсетіледі:

- «Поз. белгілену» бағанында —қондырғының элементтерінің позициялық белгіленуі;
- «Атауы» бағанында — элементтің құжатқа, төлқұжатқа, өндіруші фирманың манулына сәйкес атауы, ауыстыру немесе өндірістен шыққан жағдайда аналогтарын таңдау мүмкіндігі үшін оның ТШ сәйкес сипаттамалары мен параметрлері;
- «Ескертпе» бағанында — элементтің құжаттамада берілмеген ерекше техникалық мәліметтері мен оны монтаждау ерекшеліктері.

Элементтерді тізімге элементтердің әріптік кодтарын алфавит бойынша ретпен топтармен жазады. Әріптік позициялық белгіленулері бірдей әрбір топтың шекарасында элементтерді реттік нөмірлерінің өсу ретімен орналастырады. Электрлік параметрлері бірдей, сұлбада кезектес реттік нөмірлері бар бір тип элементтерін тізімде бір жолған олардың санын көрсетіп жазуға рұқсат етіледі.

24.3. ПРИНЦИПТІК СҰЛБАЛАРДЫ ОҚУ ЕРЕЖЕЛЕРІ

«Принциптік сұлбаларды» оқу анықтамасына қандай да бір құрылғының жұмысын оның принциптік сұлбасы бойынша түсіну мүмкіндігі кіреді. Оның қажеттілігі РЭА пайдалану, ретке келтіру,

диагностика жүргізу мен жөндеу мәселелеріне кәсіби жақтан қарауға байланысты туады және терең білімді, бар ақпаратты талдау әдісін білуді талап етеді, соның негізінде электрондық техника бұйымын модернизациялау, алмастыру немесе жөндеу туралы шешім қабылданады. Одан басқа, принциптік сұлбада жіберілген қателік келесі құжаттарда міндетті түрде қайталанады және оны ретке келтіру мен монтаждау кезеңдерінде жою ақаулықтан құтылуға мүмкіндік береді.

Аталып өткен міндеттер біраз күрделі және жекеленген болса да, сол уақытта оларды шешуге қатысты жалпы тәсілдер де болады.

1. Принциптік сұлбаны оқуды сұлбамен және оған арналған элементтер тізімімен (сипаттамасымен) жалпы танысудан бастайды. Сұлбада олардың әрқайсысын табады, барлық ескертулер мен түсініктемелерді оқиды.

2. Электр қуат беру жүйесін: батареялардан (аккумулятордан), кіріктірілген қорек көзінен, сыртқы қорек блогынан олардың қабылданған шартты белгілері мен қосылатын жалғағыштары арқылы анықтайды. Қорек шиналараның орналасуын анықтайды — көзі «+» және корпус «±» (бірполярлы қорек кезінде), екіполярлы қорек кезінде «оң» және «теріс» шиналар. Шартты белгілер бойынша (~, =) тоқ түрін, номиналды кернеуді, айнымалы тоқ тізбектерінде фазалықты және тұрақты тоқ тізбектеріндегі полярлықты анықтап, алынған мәліметтерді аппаратураның номиналды құжаттық берілгенімен сәйкестендіреді. Сұлбада қорек кернеуінің бірнеше мәндері болу мүмкін, бұл кезде тоқтың көзден элементке дейін барлық өту жолдарын анықтау керек. Ең оңай жолы – сұлбаның «жалаңаш» сымдары (өткізгіштері) арқылы, тұрақты тоқ конденсатор мен жабық («бекітілген») белсенді элементтер (диодтар, транзисторлар және т.б.) арқылы өтпейтінін, ал индуктивті элементтер (катушкалар, трансформатор орамдары және т.б.) тұрақты тоқ үшін қысқа тұйықталу секілді екенін есте сақтай отырып, «өту». «Өту» термині тоқтың элементтен элементке, қорек көзінен нақты бір элементке дейін өту жолын қарап шығу дегенді білдіреді. Электр қорек жүйесімен танысудың мақсаты: қорек кернеуінің полярлығы мен деңгейін тексеру (мысалы, резервтеу сұлбаларындағы дұрыс емес полярлық қысқа тұйықталуға, электрқозғалтқыштардың айналу бағытының өзгеруіне, конденсаторлардың ойылуына, тізбектердің диодтардың көмегімен бөлінуіне, полярланған реленің істен шығуына және т.б. әкелу мүмкін). Қуаттандырудың бұзылуы сұлбаның жұмысының толық тоқтатылуына немесе оның қайта-қайта не қысқа мерзімге өшірілуіне әкеледі.

Сұлба бойынша ортақ коммутациялық аппараттарды (сөндірушілерді, ауыстырғыштарды), сондай-ақ қорғау аппараттарын: сақтандырғыштарды, релені анықтайды және, соңында, олардың әрқайсысының қорғаныс аймағы (номиналды тоқ, іске қосу шегу) мен аппаратты қосқан кездегі олардың жағдайын бағалайды.

Қорек көздерін тексеруді кернеуді тұрақтандырушы-реттеушілердің параметрлерін бағалаумен аяқтайды.

3. Әрбір белсенді радиоэлементтің барлық мүмкін тізбектерін зерттейді: кіріс және шығыс, олардың тұрақты тоқтағы жұмыс режимі. Әрбір радиоэлемент – транзистор, диод, тиристор, интегралдық сұлба анықтамалықтар мен сипаттамалар бойынша қосымша зерттелу керек. Ол үшін Ғаламторды немесе компонентті өндіруші фирманың анықтамалық әдебиетін пайдаланады.

Сұлбада радиоэлементтер көп және сұлбаны оқуды қайсысынан бастау бәрібір емес. Рет қойылған мақсатпен анықталады. Егер сигналдың сұлба элементтері бойынша өтуін қарап шығу керек болса, онда ең алдымен сигналдың кірісін анықтайды, ол үшін сұлбада әріптік белгілер ***(in*** — кіру) болады немесе сигналдың көзін (генератор, антенна, датчик және т.б.) табады. Кіретін сигналдың түрін анықтайды (тұрақты, айнымалы, тұрақты құрамдасы бар айнымалы, лүпілдеуіш немесе импульстік). Түріне байланысты электр сұлбасының әрбір элементі әр түрлі әрекет етеді.

Сұлбаны талдау үшін олардың электр тоғында тәртіпінің негізгі принциптерін білу керек. Сөйтіп, мысалы, конденсаторлар айнымалы тоқты өткізеді, бірақ оған тоқ жиілігіне тәуелді кедергі көрсетеді, ал тұрақты құрамдасты ұстап қалады. Индуктивтіліктер (катушкалар, трансформаторлардың орамдары) тұрақты тоққа кедергі келтірмейді, бірақ айнымалы тоққа тоқ жиілігіне тәуелді кедергі көрсетеді. Диодтар ашық болған кезде тоқтың кез келген полярлығы мен түрін өткізеді, ал жабық жағдайда тоқ ол арқылы өте алмайды. Транзисторлар тоқты эмиттердегі нұсқардың бағыты бойынша өткізеді, бірақ олар «ашық» болған жағдайда ғана. Транзистор ашық болып саналады, егер негіз бен эмиттер арасында немесе өрістік транзистордың бекітпесінде ашатын кернеу әрекет етсе. Транзистордың типіне ***(p*** немесе n) байланысты бұл кернеу не оң, не теріс болады. Принциптік сызбаларды оқу кезіндегі маңызды ереже: кернеу «салынады» және өткізгіштер мен кедергілер арқылы «ағып», пайдалы синалды «тасымалдайтын» тоқтың потенциалды көзі ғана болып табылады.

Ең қиыны микросхемалардың жұмысын «оқу». Ол үшін сипаттаманы қолдану керек.

4. Принциптік сұлбаны «оқудың» негізгі мақсаты, әдетте, - бұл егер монтаждаудан кейін немесе пайдалану барысында құрал жұмыс істемесе, ақаулықты іздеу. Бұл жағдайда сұлбаның жұмыс істеу принципінің немесе ақаулық іздеудің реттік алгоритмін құрастырады. Онда тоқтаудың негізгі себеі немесе қандай бір түйінді зерттеу бойынша тапсырма көрсетіледі. Одан кейін бақылау нүктелері (виртуалды), әдетте, тармақталатын түйіндерде белгіленеді. Мұндай түйіндер транзисторлардың каскадтары мен микросхемалар болу мүмкін. Қандай жағдайларда олар дұрыс жұмыс істеп («оң» тармақ), ал қандай кездерде қателік пайда болатынын («теріс» тармақ) қарастырады. Алгоритмнің әрбір белгіленген тармағыгда осы жағдайларды тудыратын барлық тізбек элементтерін де зерттейді.

24.5-суретте бейнемагнитофоннаың айналдырғы қозғалтқышы істен шыққандағы ақаулықты іздеу алгоритмі көрсетілген (алгоритмде ол тонвал деп аталған).

5. Барлық электрондық бұйымдар мен аппараттардың негізгі түйіні принциптік схеманы «оқу» жағынан қарастырғанда электрлік тізбек болып табылады, ол белгілі бір аяқталған тапсырманы орындауға үшін электрлік сымдар мен өткізгіштермен байланыстырылған элементтер реттілігі болып табылады. Тізбекте әрқашан пайдалы сигналдың немесе тоқтың кірісі мен шығысы болады. Мысалы, қорек тізбегіне кернеу көзі мен оның энергиясын тұтынушылар – тоқ өтетін сымдар мен өткізгіштер және жеткізу, күшейту, тұрақтандыру, кедергілерден қорғау және т.б. арналған, параллель немесе тізбектей жалғанған электрондық элементтер кіреді. Тоқ барлық элементтер және тізбектер бойынша плюстен минусқа (корпусқа) қарай ең аз кедергі жолымен өтеді.

Электрлік сұлбаның әрбір тізбегін зерттеу мақсаты:

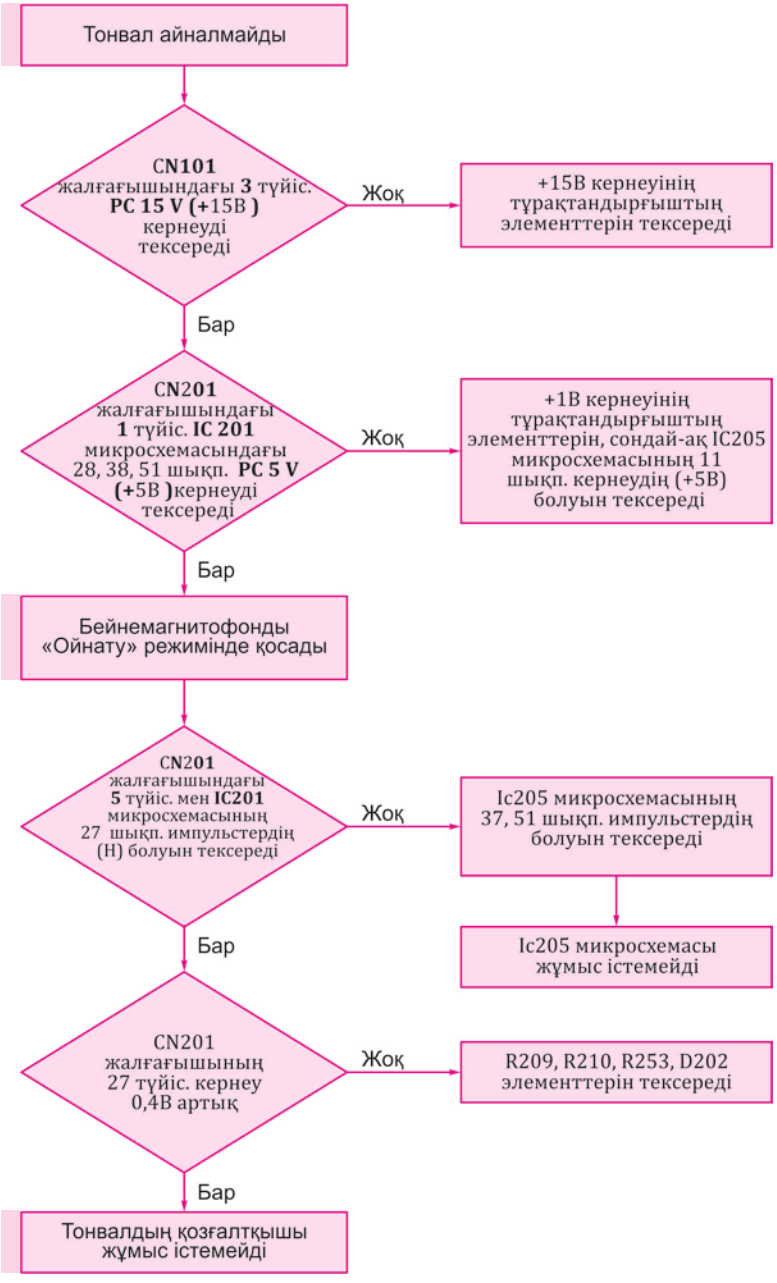
а) тізбек жұмыс істейтін жағдайларды анықтау;

б) қателіктерді табу, мысалы: ешқашан бір уақытта тұйықтауға болмайтын түйіспелер тізбекте тізбектей жалгануы мүмкін;

в) тоқтаудың мүмкін себептерін анықтау;

г) дұрыс емес реттеу немесе пайдаланудың шынайы жағдайларын дұрыс емес бағалау нәтижесінде уақыттық тәуелділіктері бұзылу мүмкін элементтерді анықтау;

д) тізбектің жұмыс шарттары дұрыс орнатылмаған элементтерді анықтау; әдеттегі мысал – тізбектерді ауыстыру бойынша электрондық реленің дұрыс емес жұмыс істеуі;



24.5-сурет. РЭА ақаулығын іздеу бойынша алгоритм құрудың үлгісі

е) номиналды кернеуде коммутациялық қабілеті коммутацияланатын тізбектерге жеткіліксіз элементтерді анықтау (мысалы, қорек кернеуі 5 В тізбекке 12 В жұмыс кернеуіне арналған реленің атқарушы механизмі қосылған);

ж) коммутациялық тоқ кернеуінің артуының әсеріне ұшыраған элементтерді тауып, оларды қорғау шараларын бағалау (мысалы, сөндіргіш разисторлар, сақтандырғыштар, конденсаторлар);

з) жұмыстарына аралық тізбектер әсер ететін элементтердің анықтап, оларды қорғау шараларын бағалау (мысалы, жақын орналасқан индуктивтілік катушкалары, контурлар және т.б.);

и) қалыпты режимдегі, өтпелі үдеріс кездеріндегі мүмкін жалған тізбектерді анықтау (мысалы: конденсаторлардың қайта зарядталуы, өшіру кезінде босатылған индуктивтіліктің қорек көзіне түсуі және т.б.). Жалған тізбектер кейде тек күтпеген байланыстарда ғана емес, сондай-ақ түйіспе тұйықталмағанда, сақтандырғыштардың біреуі күйіп, ал қалғандарының барлығы өзгермеген жағдайда да пайда болады;

к) әрбір түйіспенің, диодтың, резистордың, конденсатордың, транзистордың және т.б, міндеті мен әрекетін бағалау.

Есте сақтаған жөн: стандарт сұлбалардың қорек өшірілген, ал қондырғылар мен олардың бөліктері мәжбүрлі әсерлерге ұшырамайды деген болжаммен бейнеленілуін қарастырады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

1. Электрондық құрылғының принциптік сұлбасын қандай жағдайларда қолданады?
2. Элекрондық құрылғының принциптік сұлбасын құрастырған кезде қандай негізгі принциптерді қолданады?
3. Принциптік сұлбаларды оқыған кезде қандай негізгі ережелер пайдаланылады?
4. РЭА құрастыру және монтаждауды орындау үшін қосылыстар сұлбасының мәні неде?
5. Элементтерді баспа платасында орналастыру үшін қандай сұлба түрін қолданады?

1. *Афонский А. А.* Спектр, сигнал мен логиканың сандық талдағыштары / А. А.Афорский, В. П.Дьяконов. — М. : Солон-Пресс, 2009.

2. *Виноградов В. А.* Теледидарлық техниканың негіздері. Теледидарлық қабылдағыштар / В.А. Виноградов. — М. : Корона-Век, 2010.

3. *Волович Г. И.* Аналогты және аналогты-сандық құрылғылардың схемотехникасы / Г. И. Волович. — М. : Додэка XXI, 2011.

4. *Горошков Б. И.* Электрондық техника / Б.И. Горошков, А. Б. Горошков. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2011.

5. *Гуревич В. И.* Электрлік реле. Қондырғы, жұмыс принципі мен қолданысы/ В. И. Гуревич. — М. : Солон-Пресс, 2011.

6. *Девочкин О. В.* Электрлік аппараттар / О. В. Девочкин, В. Р. Лохнин, О. В.Меркулов, Е.Н.Смолин. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2010.

7. *Дьяконов В. П.* Заманауи сигналдарды өлшеуіш генераторлар / В. П. Дьяконов. — М. : ДМК Пресс, 2011.

8. *Дьяконов В. П.* Қазіргі осциллография мен осциллографтар / В.П. Дьяконов. — М. : Солон-Пресс, 2005.

9. *Иванова А. П.* Ажыратылмайтын және ажыратылатын қосылыстар / А.П. Иванова, О. И. Чердинцева, В. В. Гунько. — М. : ЛКИ, 2008.

10. *Ицхоки Я. С.* Импульстік құрылғылар / Я. С. Ицхоки. — М. : Дрофа, 2010.

11. *Каганов В. И.* Радиотехника/ В. И. Каганов. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2006.

12. *Карабанов С.М.* Магниттік басқарылатын түйіспелер (геркондар) мен олардың негізінде жасалған бұйымдар / С. М. Карабанов, Р. М. Майзельс, В. Н. Шоффа. — М. : Интеллект, 2011.

13. *Кашкаров А.П.* Импульстік қорек көздері. Схемотехника және жөндеу / А. П. Кашкаров. — М. : ДМК Пресс, 2012.

14. *Келим Ю. М.* Есептеуіш техника / Ю. М. Келим. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2011.

15. *Клайв Ф.* Баспа платалары: 2 кітәпта. / Ф. Клайв. — М. : Техносфера, 2011.

16. *Лебедев А. И.* Жартылай өткізгіш құралдар физикасы / А.И. Лебедев. — М. : Физматлит, 2008.

17. *Лебедев И. В.* АЖЖ электрондық құрылғылар : в 2 кн. / И. В. Лебедев. — М. : Радиотехника, 2008.

18. *Лехин С. Н.* ЭЕМ схемотехникасы / С. Н. Лехин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2010.

19. *Медведев А. М.* Баспа платаларын өндіру технологиясы / *А.* М. Медведев. — М. : Техносфера, 2005.

20. *Морган Джонс.* Шамдық күшейткіштер / Джонс Морган. — М. : ДМК Пресс, 2011.

21. *Нефедов В. И.* Радиоэлектроника мен байланыс негіздері / В.И. Нефедов, А. С. Сигов. — М. : Высшая школа, 2009.

22. *Николаенко М. Н.* Радиоэлектроника бойынша өздігінен оқу / М. Н. Николаенко. — М. : НТ Пресс, 2007.

23. *Новиков Ю. В.* Сандық схемотехникаға кіріспе / Ю. В. Новиков. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2007.

24. *Оппенгейм А.* Сигналдарды сандық өңдеу / А.Оппенгейм, Р. Шафер. — М. : Техносфера, 2006.

25. *Петухов В. М.* Транзисторлар мен олардың шетелдік аналогтары. Биполярлық төме жиілікті орта және үлкен қуатты транзисторлар. Анықтамалық : 4 т. / В. М. Петухов. — М. : Радио Софт, 2004.

26. *Ровдо* А.А. Биполярлық транзисторлардағы күшейткіш каскадтардың схемотехникасы / А. А. Ровдо. — М. : Додэка XXI, 2008.

27. *Самарин А. В.* Сұйық кристалды дисплейлер / А.В. Самарин. — М. : САЛОН-Р, 2002.

28. *Селф Дуглас.* Заманауи күшейткіштердің схемотехникасы / Дуглас Селф. — М. : ДМК Пресс, 2011.

29. *Стюарт Болл.* Микроконтроллерлердің аналогты интерфейстері / Болл Стюарт. — М. : Додека, 2007.

30. *Титце У.* Жартылай өткізгіштік схемотехника : 2 т. / У. Титце, К. Шенк. — М. : ДМК Пресс, 2008.

31. *Тюнин Н.А.* СК-мониторлар / Н.А.Тюнин. — М. : Солон-Пресс, 2006.

32. *Фриман Р.* Талшықты-оптикалық байланыс жүйелері / Р. Фриман. — М. : Техносфера, 2007.

33. *Фрунзе А. В.* Микроконтроллерлер? Бұл оңай ғой! / А.В. Фрунзе. — М. : ИД Скимен, 2003.

34. *Чистяков Н.И.* Радиоәуеской-құрастырушыдың анықтамалық кітәбі / Н. И.Чистяков және басқалар — М. : Радио и связь, 2011.

35. *Шишмарев В. Ю.* Өлшеуіш техника / В. Ю. Шишмарев. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2011.

36. *Шустов М. А.* Практикалық схемотехника : 2 кітәп / В. Ю. Шишмарев. — СПб. : Альтекс-А, 2003.

37. *Шуберт Ф. Е.* Жарық диодтары / Ф.Е. Шуберт. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008.

38. *Щука* А.А. Электроника / А.А. Щука. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005.

39. www.chipinfo.ru

40. http:// www. raduga-npp. ru

41. http://www. chipfind.ru

42. http://pcbfab.ru

43. http://www. payalniki. ru

Мазмұны

Алғысөз 3

I ТАРАУ. **РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕХНИКА ӨНДІРІСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ** 5

1-бөлім. Электрондық техника өндірісін ұйымдастыру 5

1.1. Негізгі түсініктер мен анықтамалар 5

1.2. Өндірістік жұмыстарды ұйымдастыру 8

2-бөлім. РЭА өндірісіндегі қауіпсіздік ережелері 11

2.1. Баспа платаларын дайындау кезіндегі қауіпсіздік техникасы мен еңбекті қорғау 11

2.2. Жабдықтарды баптау мен реттеу кезіндегі қауіпсіздік техникасы мен еңбекті қорғау 12

3-бөлім. Еңбекті қорғау мен өндірістік санитария 15

3.1. Жалпы ережелер 15

3.2. Өндірістік орындардың желдетілуі 17

3.3. Өндіріс орнының жарықтандырылуын ұйымдастыру 20

4-бөлім. Жұмыс орнын ұйымдастыру 22

4.1. Жалпы ережелер 22

4.2. Жұмыс орнының үлгілік жинақталуы 23

II ТАРАУ. **РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ МЕН ТҮЙІНДЕРІ** 29

5-бөлім. Электр тізбегінің элементтері 29

5.1. Резисторлар 29

5.2. Конденсаторлар 36

5.3. Индуктивті элементтер 39

6-бөлім. Электрондық аспаптар мен құрылғылар 45

6.1. Электрвакуумдық құрылғылар 45

6.2. Электрондық-сәулелі түтікшелер 49

6.3. Газбен толтырылған құралдар 51

6.4. Газбен толтырылған индикаторлар 54

6.5. Сұйық кристалды және плазмалық панельдер 56

6.6. Плазмалық панельдердің құрылысы мен жұмыс принципі 59

7-бөлім. Жартылай өткізгіш аспаптар 62

7.1. Түзетуші диодтар 62
7.2. Жарық диодтары мен лазерлық диодтар 64
7.3. Фотодиодтар 67
7.4. Транзисторлардың типтері мен түрлері 68
7.5. Тиристорлар 75
7.6. Оптоэлектрондық аспаптар 76
7.7. Интегралдық микросхемалар 77

8-бөлім. Электрондық сұлбалардың электрмеханикалық түйіндері 82

8.1. Реле құрылғылар 82
8.2. Радиоэлектрондық аппаратурадағы қозғалтқыштар 85
8.3. Электрмеханикалық қозғалысты жіберу құрылғылары 88

III ТАРАУ. **САНДЫҚ ЖӘНЕ ИМПУЛЬСТІК ТЕХНИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ** 91

9-бөлім. Аналогты және сандық сигналдарды өңдеу 91

9.1. Аналогты сигналдарды сандық түрлендіру ерекшеліктері 91
9.2. Аналогты-сандық түрлендіргіштердің жұмыс принципі 93

10-бөлім. Сандық және импульстік техника элементтері 96

10.1. Логикалық элементтер 96
10.2. Триггерлер 98
10.3. Шифраторлар мен дешифраторлар 102
10.3. Мультиплексорлар мен демультиплексорлар 103
10.4. Микропроцессорлар мен микропроцессорлық басқару 105
10.5. Жады типтері мен түрлері 108
10.6. Импульстік техника 111

IV ТАРАУ. **ЭЛЕКТРОМОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ** 113

11-бөлім. Радиоэлектрондық аппаратура мен құралдар өндірісіндегі электрмонтаждау жұмыстарының құрылымы мен көлемі 113

11.1. Электрмонтаждау жұмыстарының технологиясының жалпы мәселелері 113
11.2. Электрмонтаждау жұмыстарының түрлері 115
11.3. Ажыратылатын қосылыстар 118
11.4. Ажыратылмайтын қосылыстар 122
11.5. Электрлік қосылыстарды дәнекерлеу арқылы орындау 124

12-бөлім. Дәнекерлеу технологиясы 129

12.1. Дәнекерленген қосылыстарды орындаудың физикалық негіздері мен әдістері 129
12.2. Дәнекерлердің түрлері мен сипаттамалары 132
12.3. Флюстердің түрлері мен сипаттамалары 134
12.4. Дәнекерлеуге арналған жабдықтар мен аспаптар 136

13-бөлім. Электромонтаждау сымдары мен кабельдері, олармен жұмыс 139

13.1. Электроникада қолданылатын сымдар мен кабельдердің түрлері 139
13.2. Сымдарды монтаждау мен бекіту 146
13.3. Сымдардың сымдығы қосылысы 149

V ТАРАУ. **Радиоэлектрондық құрылғыларды монтаждау технологиясы** 152

14-бөлім. Баспа платалары..... 152

14.1. Баспа платаларының жіктелуі 152
14.2. Баспа платаларының негізіне арналған материалдар 155
14.3. Баспа платаларын дайындау технологиясы 157

15-бөлім. Радиоэлектрондық түйіндерді монтаждау технологиясы ... 160

15.1. Жалпы ережелер 160
15.2. Аспалы монтаждау технологиясы 160
15.3. Беттік монтаждау 166

16-бөлім. Дәнекерлеу сапасын бағалау 177

16.1. Ақаулар түрлері 177

16.2. Дәнекерленген бұйымдардың сапасын тексеру әдістері 178

VI ТАРАУ. **ЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРА ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚҰРАСТЫРУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫ**..... 181

17-бөлім. Құрастыру операцияларының технологиясы 181

17.1. Құрастырудың типтік технологиялық үдерісі 181
17.2. Құрастыру операцияларының түрлері 184
17.3. Құрастыру түйіндері мен аппаратураны сыртқы әрекеттерден қорғау 187

18-бөлім. Радиоэлектрондық аппаратураның күрделі түйіндерін құрастыру 191

18.1. Қорек көздерінің құрылымы, құрастырылуы және монтажы..... 191
18.2. Күшейткіш құралдардың құрылысы, құрастырылуы мен монтажы..... 196
18.3. Электрондық генераторлардың құрылымы, құрастырылуы және монтажы 202
18.4. Радиоқабылдаушы құрылғылардың құрылымы, құрастырылуы және монтажы 207
18.5. Теледидарлық қабылдағыштардың құрылымы, құрастырылуы және монтажы 212
18.6. Есептеуіш техниканың құрылымы мен құрастырылу ерекшеліктері..... 217

VII ТАРАУ. **ҚҰРАСТЫРУ-МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫ КЕЗІНДЕГІ ЭЛЕКТРЛІК ӨЛШЕМДЕР** 223

19-бөлім. Электроникадағы электрлік өлшемдердің физикалық негіздері..... 223

19.1. Метрологияның негізгі түсініктері 223
19.2. Өлшеуіш түрлендіргіштер..... 224
19.2. Өлшеу шамалары 226
19.4. Өлшеу нәтижелерін өңдеу құрылғылары 226
19.5. Өлшеу нәтижелерін көрсету құрылғылары 227

20-бөлім. Электрлік сигналдардың параметрлерін өлшеу 229

20.1. Электрлік сигналдардың параметрлерінің өзгеру ерекшеліктері 229

20.2. Электрлік тізбектердегі параметрлердің өзгерісін өлшеуге арналған өлшеуіш құралдардың түрлері 231

21-бөлім. Электрлік сигналдардың сипаттамаларын өлшеу.....235

21.1. Электрлік сигналдардың сипаттамаларын осциллографтың көмегімен бақылау және өлшеу 235

21.2. Электрлік сигналдардың сипаттамаларын анықтауға арналған арнайы өлшеуіш құралдар.....239

22-бөлім. Пассивті және белсенді радиоэлементтердің параметрлерін өлшеу 242

22.1. Пассивті элементтердің параметрлерін өлшеу жолдары мен әдістері 242

22.2. Белсенді элементтердің параметрлерін өлшеу жолдары мен әдістері 244

VIII ТАРАУ. **ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ КЕЗІНДЕГІ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰЖАТТАМА**.....247

23-бөлім. БҚҚЖ мен БТҚЖ құжаттары.....247

23.1. Құрылымдық құжаттар.....247

23.2. Технологиялық құжаттама.....248

24-бөлім. Электрондық техника бұйымдарының электрлік сұлбалары 251

24.1. Сұлбалардың түрлері мен типтері, электрлік сұлбалардың міндеті мен құрастыру ережелері 251

24.2. Принциптік және функционалдық сұлбаларды дайындау ережелері 253

24.3. Принциптік сұлбаларды оқу ережелері 259

Әдебиеттер тізімі 265

Оқу басылымы

Петров Владимир Петрович

күрделілігі орта құрастыру мен монтаждауды орындау және күрделі түйіндерді, блоктарды, радиоэлектрондық аппаратура аспаптарын, желілік байланыс аппаратурасын, импульстік және есептеу техника түйіндерінің элементтерін жасау

ОҚУЛЫҚ

2-басылым, түзетілген

Редактор *В.А.Савосик*
Техникалық редактор *О. Н. Крайнова*
Компьютерлік беттеу: *Р. Ю. Волкова*
Корректорлар *Н. В. Савельева, Н. В. Козлова*

№ 102116290 Бас. Басуға 09.07.2015 қол қойылды. Пішімі 60 х 90/16.
«Балтика» қаріп түрі. Офсеттік басылыс. № 1 офсеттік қағаз. Шартты баспа табағы 17,0.
Таралымы 1 000 дана. Тапсырыс №

ООО «Академия» баспа орталығы. www.academia-moscow.ru 129085, Мәскеу, Бейбітшілік даңғылы, 101В, 1 құр.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.
Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. AE51. H 16679 25.05.2015.

Ульяновсктің баспа үйінде басылған.