

В.Н.ПАНТЕЛЕЕВ, В.М.ПРОШИН

# ӨНДІРІСТІ АВТОМАТТАНДЫРУ НЕГІЗДЕРІ

## Оқулық

*«Білім беруді дамыту Федералды институты» Федералды мемлекеттік автономды мекемесімен бастауыш кәсіби білім беру мекемелерінің оқу процесінде пайдалану орта кәсіби білімді жүзеге асыратын оқулық ретінде ұсынылған*

*Рецензияның тіркеу нөмірі 508  
23 желтоқсан 2011ж. ФМAM «БДФИ»*

8-басылым, стереотипті



Москва  
«Академия» баспа орталығы  
2016

ӘОЖ 303.06(075.32)

КБЖ 73ші722

Б166

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды.

Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.

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

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, занды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19,  
«Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

#### Рецензенттер:

П. М. Вострухин атындағы №27 радиоэлектроника және автоматтандыру колледжінің арнайы пәндерінің жоғары санатты оқытушысы М.Г.Галкина;

«Московский подшипник» ААҚ жөндеу және техникалық қызмет көрсету басқармасының инженеринг және конструкторлық бөлімінің басшысының орынбасары  
*В. С. Шехтман;*

П. М. Вострухин атындағы №27 радиоэлектроника және автоматтандыру колледжінің арнайы пәндерінің жоғары санатты оқытушысы *А. И. Грачев*

#### **Пантелеев В.Н.**

П166 Өндірісті автоматтандыру негіздері: орта кәсіби білім беру мекемелері студенттеріне арналған / В.Н.Пантелеев, В.М.Прошин. — 8-бас., стер. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2016. — 208 б.

ISBN 978-601-333-276-5 (каз)

ISBN 978-5-4468-3150-0 (рус.)

Оқулық барлық техникалық профиль мамандығы үшін «Өндірісті автоматтандыру негіздері» жалпыкәсіби пәнін оқу барысында пайдаланылады.

Технологиялық процесті автоматтандырудың жалпы әдістері мен тәсілдемелері қаралған. Технологиялық процесс пен құралдарда автоматтандырылған басқару жүйесі құрылымының қағидалары келтірілген.

Орта кәсіби білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 303.06(075.32)

КБЖ 73ші722

© Пантелеев В.Н., Прошин В.М., 2008

© Пантелеев В.Н., Прошин В.М., 2015, жөндеулермен

© «Академия», Білім беру баспасы орталығы 2015

© Безендіру. «Академия» баспа орталығы, 2015

ISBN 978-601-333-276-5 (каз)

ISBN 978-5-4468-3150-0(рус)

## Құрметті оқырман!

Бұл оқулық «Өндірісті автоматтандыру негіздері» жалпы кәсіби пәні бойынша оқу-әдістемелік жиынтығының бір бөлігі.

Жаңа замандағы оқу-әдістемелік жинақтарға дәстүрлі және жаңартылған оқу материалдары енгізілген, ол өз кезегінде жалпы білім беретін және жалпы кәсіби пәндер мен кәсіби модульдерді оқып үйренуді қамтамасыз етеді. Өрбір жинақ жалпы және кәсіби міндеттерді меңгеру үшін қажетті оқулықтар мен оқу құралдарынан тұрады, сонымен бірге, жұмыс берушінің талаптары да ескеріледі.

Оқулық басылымы электронды шолушы ресурстармен толықтырылады. Электронды ресурстар интерактивті жаттығулар мен тренажерлары бар теориялық және практикалық модульдерден, мультимедиалық объектілерден, қосымша материалдарға сілтемелерден және Интернеттегі ресурстардан тұрады. Оларға терминологиялық сөздік пен электронды журнал енген, онда оқу барысының негізгі параметрлері тіркеледі, олар: жұмыс уақыты, бақылау және тәжірибелік тапсырмалардың орындалу нәтижесі. Электронды ресурстар оқу процесіне жылдам ене алады және түрлі оқу бағдарламаларына бейімделеді.

Қазіргі таңда, өндірісте автоматтандыру құралдары көптеп пайдаланына бастағанда, тек қана толықтай автоматтандырылған цехтар ғана емес, кәсіпорындар да пайда болды және адам мен машинаның «әріптестігі» мәселесі алдыңғы қатарлы мәнге ие болуда.

«Өндірісті автоматтандыру негіздері» пәні оқушыларда өндіріс процессіне жаңаша көзқарас пен тәсілдемелерді қалыптастырады, себебі қазіргі уақытты машинасыз елестету мүмкін емес. Бұл машиналар ертеректе өндірістік процесте адамдар ғана атқарған қызмет түрлерін өздеріне көптеп ала бастады, олар – қарапайым операцияларды орындаудан бастап басшылықтың күрделі сұрақтарын шешуге дейінгі жұмыстар.

Қазір «адам-машина» жүйесі туралы ақпаратты меңгеру аса маңызды, бұл жүйеде машинаның қызметінің кең таралу мүмкіндігі зор. Бұл жағдайда автоматтандырушы процестердің сипаты аса үлкен мәнге ие болмайды, себебі ол «адам-машина» жүйесінің қалыптасуы мен қызметінің жалпы қағидаларының нақты қолданылуын айқындайды, ол өз кезегінде кез келген өндірістік және технологиялық процестер мен өндірістің барлық саласы үшін бірдей болып есептеледі.

Бұл оқулықта адам орнындайтын қызметтердің машинаға берілуінің мәніне, бұл процестің тенденциялары мен ерекшеліктеріне көңіл бөлінген және нені емес, қалай автоматтандыру керек деген сұрақ қарастырылады.

Осы оқулықты жазу барысында оқулық авторлары Мәскеу қаласындағы №50 Кәсіби колледждегі өндірісті автоматтандыруды оқытудың көпжылдық тәжірибесін, сонымен қатар, ірі зерттеуші қондырғылар мен өндірістік бөліктерді автоматтандыру жүйесін ендіру мен қалыптастыру бойынша тәжірибелерді пайдаланды.

# ӨНДІРІСТІ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ПРОГРЕСС

Сонау ХХ ғ. 80-жылдары Жапонияға іссапарға барған біздің бір инженердің әңгімесі еске түсіп отыр. Ол алғаш рет сол жақтағы ірі зауыттардың біріне кешкі уақытта барады. Жапондық әріптесінің көмегімен цех есігіне жақындайды, қонақжай қожайын есікті ашып қалған кезде біздің инженер қорыққанынан бір орнында қатып қалады: қап-қараңғы үлкен ғимаратта алып механикалық құбыжық ысылдап, сусылдап, аударылып-төңкеріліп, өшіп-жанып тұр екен. Қонақ бірер минут мелшиіп тұрады. Ақыры оның сұраулы жүзіне қарап, жапондық иіліп және күліп былай деп жауап береді:

— Бұл икемді автоматтандырылған өндіріс. Оны ана жақтағы оператор қадағалайды.

Әріректе жоғары орналасқан жарық терезеден адамның сұлбасы байқалады.

— Ал неге қап-қараңғыда? — деп сұрайды қонақ.

— Жұмысқа жарықтың қажеті қанша? Олар өздеріне қажет нәрсенің барлығын жақсы «көреді», — дейді күлімдеген қожайын.

### 1.1. НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР

Өндірісті автоматтандыру кибернетика заңында негізделеді.

*Кибернетика* — басқарудың тәсілдері мен жүйелерін зерттейтін ғылым, ол кез-келген нәрсені зерттейді, мысалы: машиналар, тірі организмдер, қоғам. Тірі және өлі табиғатты басқару заңдары да осындай. Біздің еліміздің социализмнен капитализмге өту кезеңіндегі жалпы заңдылықтарының дамуының электрқозғалтқыш айналымының қуат беруден кейінгі заңдылығынан немесе орбитаға шыққаннан кейінгі салмақсыздықты игерген ғарышкер организмнен еш айырмашылығы жоқ екен.

*Автоматика* — өндірістік процестерді автоматтандырудың тәсілдері мен теориясын зерттейтін кибернетиканың бір бөлігі.

Бұл оқулықта келесі сұрақтар қарастырылады: өндірісті автоматтандыру деген не, ол не үшін керек, ол неден басталады, ол қалай жүзеге асады, оған қандай техникалық құралдар қажет, олар қалай орналасқан және қалай жұмыс жасайды, оларды бірыңғай автоматты жүйеге қалай біріктіреді және оны қалай басқарады? «Өндіріс» және «автоматтандыру» түсініктерін қарастырып көрейік.

Өндіріс анықтамасын әртүрлі жағынан қарастыруға болады — экономикалық, техникалық және әлеуметтік тұрғыдан. Жаңаша түсінікте жалпы түрдегі *өндіріс* — бұл қоғамның дамуы мен өмір сүруі үшін маңызды материалдық және материалдық емес игіліктер мен қызметтерді қалыптастыру процесі.

Өндірісті бірнеше санатқа бөлуге болады:

- Кен қазу өндірісі, ол табиғи қорлар мен шикізат өндіруді қамтамасыз етеді (жерді қазу, балық аулау т.б.);
- Ауылшаруашылық өндірісі, ол табиғаттың қатысуымен, яғни жануарлар мен өсімдіктерден алынған азық-түліктерді өндірумен байланысты (өсімдік шаруашылығы, мал шаруашылығы және т.б.);
- Өңдеу өнеркәсібі, адамға қажетті бұйымдардағы шикізатты өңдеумен айналысады;
- Көлік және сауда қызметтері, шикізат пен өнімді өндірушіден тұтынушыға жеткізуші.

Сәйкесінше, дайын өнім мен шикізатты өндіруші, жасаушы, өңдеуші, түрлендіруші және жылжытушы процесстерді өндіріс процестері немесе өндірістік процестер деп атауға болады.

Соңғы кездері адамның ой еңбегімен байланысты материалдық емес өндірістің үлесі анағұрлым өсті. Сондықтан өндірістік өнімдердің астарына дайындалатын, өндірілетін, жасалатын және жылжитындардың барлығы кіреді, бұлар – материалдық құндылықтар ғана емес, сонымен бірге рухани құндылықтар болуы да мүмкін: шикізат, материалдар, бұйымдар, энергия, экономикалық және басқа акпараттар, өнер туындысы, компьютерлік бағдарламалыр және ойындар мен басқа да көптеген дүниелер, бұның барлығы адам еңбегінің нәтижесі болып табылады.

Егер өндірістік процесстердің көптүрлілігін негізгі әрекеттері бойынша топтастырсақ, онда мұндай әрекеттер жасаушы, жинақтаушы, түрлендіруші және тасымалдаушы болуы ықтимал. Бұл әрекеттер заттардың, энергия мен акпараттың үстінде өндірілуі мүмкін. Егер әсер ету объектілері акпарат болса, онда процестер акпараттық деп аталады, ал заттар немесе энергия болса, онда технологиялық процесс (ТП) болады.

*Технологиялық процестер* — бұл материалдарды, бұйымдар мен энергияны жасау, жинақтау, түрлендіру және тасымалдау процестері.

Технологиялық процестің мұндай анықтамасы жалпылама, абстрактілі болып есептеледі, бірақ дәл осы әртүрлі өндіріс ерекшеліктеріндегі дерексіздік бір-бірінен айтарлықтай айырмашылығы бар өндірістердің барлығының автоматтандыру тәсілдемесінің бірыңғайлығын көрсетуге мүмкіндік береді.

Өндірістік процестерге адамның қатысуы, оның еңбегі шешуші фактор болады — оның қатысуынсыз ешқандай өндірістің болуы мүмкін емес. Дегенмен, адамның өндіріске қатысу формасы әртүрлі болуы мүмкін және бұл қатысудың деңгейі біз оқып отырған пәнге тікелей қатысты.

*Автоматтандыру* — бұл өндірісте адамдарды өндірістік процестерге тікелей қатысудан босататын техникалық құралдарды, әдіс-тәсілдер мен басқару жүйесін пайдалану. Бұл анықтамада өте маңызды ескеретін жағдай бар: әңгіме тікелей қатысудан босату жайлы, яғни, адам өзі жасаған өндірістік процесс құрайтын әрекеттерден босатылады. Ақылды адам өзі үшін жұмыс жасайтын машина жасап шығаруға қабілетті және ол тек физикалық жұмыстарды ғана емес, ой еңбектерін де орындай алады.

Автоматтандырудың мақсаты өндіруді жоғарылату мен еңбек тиімділігін арттырудан, өнім сапасы мен адам еңбегінің жағдайын жақсартудан тұрады.

Автоматтандыру — ғылыми-техникалық прогрестің негізгі бағыттарының бірі. Қазу және материалдарды өңдеу процестері, құрастырушы, энергетикалық, көліктік процестер және объектілер мен құрылыстарды жобалау, кәсіпорындар мен ұйымдарды басқару мен жобалау, ғылыми зерттеулер, медициналық диагностика, бағдарламалау мен инженерлік есептеулер және т.б. автоматтандырылады.

Бұл процестегі және оның түрлі этаптарындағы адам рөлі әртүрлі. Адамның басты ерекшелігі – саналы түрде ойлау қабілеті. Адам көтере алатын жүктен 1000 есе артық жүкті көтере алатын механизм ойлап шығаруға болады, немесе түймені 100 есе тез қадай алатын құрылғы жасап шығаруға болады, бірақ адамның ойлау қабілетіне жететін машина әзірге жоқ.

Сондықтан адамның ойлау қабілеті аз пайдаланылатын жерлерде өндірістен адамдары босату анағұрлым тиімді, мысалы, ауыр дене еңбегінде және миды шаршатып жіберетін бірқалыпты және бірсарынды бағытта. Ол үзіліссіз жұмыс жасайтын өндірістерде де тиімді, себебі адамды алмастырушы машина түскі асқа үзіліс сұрамайды және демалыссыз тәулік бойы жұмыс жасай береді. Ол адамдарға қауіп төндіретін орындарға, адамның қолы жетпейтін жылдам әрекеттерді қажет ететін жерлерге керек.

Материалдық емес өндірістің мына түрлері: жобалау, бағдарламалау, кәсіпорындарды басқару мен ұйымдастыру, білім саласы, өнер көп ретте адамның ойлау қызметіне сүйенеді. Мұнда адамның тікелей қатысуынсыз ештеңе мүмкін емес. Әрине, онда адамдарды босатуға болатын процесстер бар (мысалы мәліметтер базасын жасау, құжаттарды іздеу және т.б.), бірақ бұл адамды өндірістен шеттету емес, керісінше, осы саладағы еңбек қызметінен босамайтын адамдарға көмек деп қарастыруға болады.

Әсіресе, бірінші кезекте, адамдарды материалдық өндіріс процесстеріне тікелей қатысудан босату, яғни, технологиялық процесстерден босату маңызды. Бұл автоматтандыру бағыты, яғни, біз технологиялық процесстерді автоматтандыруды қарастыратын боламыз.

Технологиялық процесстер технологиялық деп аталатын жабдықтардың көмегімен жүзеге асады. Процестің жобаланғандай өтуі үшін ол жабдықты *басқаруы* керек, яғни, белгілі шарттары бойынша әсер ету қажет.

ТП-ны жүзеге асыратын техникалық жабдықтардың жиынтығы *басқару объектісі* болып табылады. Мұндай объектіге автомобиль мен оның бөлшектерін жатқызуға болады - жүргізушімен басқарылатын рөлді басқару; тежегіштер мен беріліс қорабы; ұшақтар, онда басқару автопилотқа, яғни, автоматты қондырғыға тапсырылған; цехтары толықтай автоматтандырылған металлургия зауыты.

Кез келген технологиялық процесс белгілі бір мақсатқа қол жеткізу үшін ұйымдастырылады. Жоғары сапаны қамтамасыз ету үшін ТП жүрісін бақылаумен бірге, технологиялық жабдықтың да жұмысын қадағалау қажет. Бұған тек жан-жақты ақпараттар жинау арқылы қол жеткізуге болады.

ТП-ның өтуі мен жабдықтың күйі мезгілдің әр сәтінде түрлі физикалық шамаларға байланысты сипатталады: температурамен, қысыммен, жылжумен, жылдамдықпен, шапшандықпен, газдар мен сұйықтық шығынымен, электр кернеуімен, тоқ күшімен және т.б.



Бұл шамалар *технологиялық параметрлер* деп аталады. Технологиялық процесс пен жабдықтың жұмысы барысында бұл шаманың мәні үздіксіз өзгеріп отырады. Бақылауды жүзеге асыру үшін процесті жүргізуші оператор технологиялық параметрлердің мәні мен олардың оған ыңғайлы түрге өзгергендігі туралы мәлімет алуы керек, яғни, барлық қажетті жиынтықтармен, сараптамадармен және болжамдармен. Сөйтіп, *бақылау құрастыруды, өңдеуді, сараптауды және операторға ТП туралы ақпарат беру мен жабдықтың жұмысын қамтиды.*

Бақылау барысында алынған ақпарат ТП-ның оның жобаланған барысына толық сәйкес өтуін қамтамасыз ету мақсатында технологиялық жабдықтарға әсер ету үшін, яғни, технологиялық процесті басқару үшін пайдаланылады.

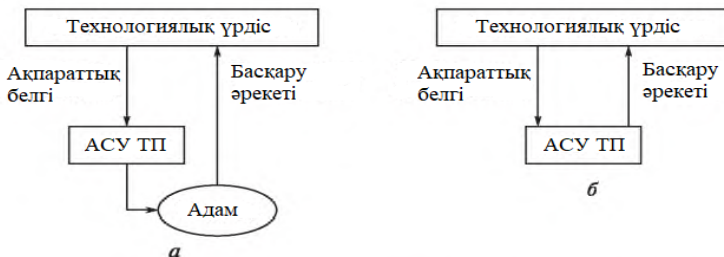
*Технологиялық процестерді автоматтандыру* — бұл технологиялық құралдарды, құрастыруға арналған басқару жүйелері мен тәсілдерін пайдалану, өңдеулер, сараптамадар және технологиялық параметрлер жайлы ақпараттарды беру және сараптама нәтижесі бойынша технологиялық процеске әсер ету.

## **1.2. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІ**

Кез келген жүйе сол жүйедегі өзара байланысты бөлшектердің жиынтығын қамтиды. Біз технологиялық процесті автоматтандыруды жүзеге асыруға қабілетті жүйелерді қарастырып отырмыз, яғни, құрастыру, өңдеу, ТП жағдайын сипаттайтын ақпаратты сараптау, оны операторға жіберу немесе ТП-ны басқаруға ықпал етуді өз бетінше жүзеге асыру.

Бұл техникалық процестің жоспарлы түрде өтуін қамтамасыз ету үшін өзара әрекеттестігі белгілі бір заң бойынша өтуі тиіс техникалық құралдар жиынтығы болуы керек. Мұндай жүйені автоматтандырылған деп атайды немесе технологиялық процесті басқару жүйесі дейді.

*Технологиялық процестерді автоматтандырылған (автоматты) басқару жүйесі (ТП АБЖ)* — бұл техникалық құралдар мен құрастыру тәсілдерінің, өңдеулердің, сараптау мен ақпарат берудің және ТП-ға ықпал етудің жиынтығы, олар адамдармен немесе өзара қарым қатынас кезінде технологиялық процестің жоспарланған түрде өтуін қамтамасыз етеді.



1.1-сурет. Автоматтандырылған (а) және автоматты (б) басқару жүйесі

Автоматтандырылған және автоматты басқару жүйелерінің арасындағы айырмашылық адам мен техникалық құралдар арасындағы тапсырмалардың бөлінуімен байланысты.

Егер ТП-ға әсер ету туралы шешімді қабылдау мен жүзеге асыруды технологиялық параметрлер жайлы ақпараттар сараптамасының нәтижесі бойынша адам жүзеге асырса, онда мұндай басқару жүйесін автоматтандырылған деп атаймыз (1.1,а суреті). Мұндай жүйеде адам технологиялық параметрлер жайлы және оның сараптамалары жайлы ақпаратты хабарлама, сызба және кесте түрінде дисплей экранында және басқа да ақпараттар ұсынатын аудиовизуальді құралдар арқылы алады. Көбіне жүйе осы мәліметтерді негізге алады, бірақ бұл ұсыныстарды пайдалану не пайдаланбау мәселесі адамның құзырында қалады. Бір жағынан, адамның шектеу қоюшы рөлін иемденуі мүмкін: кейде оның жылдам шешім қабылдай алмай қалуы мүмкін, ал кейде бұрыс шешім қабылдауы да ықтимал.

Екінші жағынан, ТП-ны басқару жүйесінде адамның болуы бақылау жүйесіндегі кейбір элементтердің жұмыс жасамай қалуы салдарынан туындайтын апаттық жағдайды болдырмауға мүмкіндік береді, себебі адам дер кезінде шешім қабылдай алады және ақпараттың бір бөлігі болмай қалған жағдайда да технологиялық процесті жалғастыра алады (көмекке тәжірибе, біліктілік пен түйсік келеді). Мысалы, апаттық қорғау жүйесіндегі температура датчигінің жұмыс жасамай қалуын адам (оператор) ойлануға ақпарат ретінде қабылдауы мүмкін: жағдайды бағалай отырып, егер өзге параметрлер қалыпты жағдайда болса, оның жұмыс процесін тоқтатпауы да ықтимал.

Егер ақпараттарды сараптау нәтижесі бойынша өзі шешім қабылдайтын болса және ТП-ға ықпал ету жайлы шешімді жүзеге асырса, онда мұндай жүйе автоматтық немесе тұйықталған кері

байланыс жүйесі деп аталады (1.1, б суреті). Мұндай басқару жүйесі басқару объектісімен технологиялық параметрлер жайлы ақпарат алатын кіріс кезінде ғана жалғаспайды, сонымен бірге, технологиялық параметрлерге басқарушы ықпалды қалыптастыратын шығыс кезінде де жалғасады. Адам басқаруға тікелей қатыспайды және апаттық жағдай орын алғанда ғана араласуға дайын бақылаушы ретінде ғана болады.

Автоматты басқару жүйесінде әрдайым апаттық жағдайды реттейтін бағдарлама болғанымен, адамның парасаты, бір шетінен машинадан жоғары және ол машинаның мүмкіндігі жетпейтін жағдайларда оқиғаның даму барысын алдын ала болжай алады. Екінші жағынын, апаттық жағдайға жүйенің әрекет етуі адамның реакциясы жылдамдығынан анағұрлым жоғары болуы ықтимал. Жағдайды бақылаудан қорғау жүйесін алып тастаудың қайғылы нәтижесін 1986 жылғы Чернобыль атом электрстанциясынан көреміз.

Жоғарыда айтылып кеткендей, ТП жайлы ақпаратты жинау, өңдеу және сараптау мен жабдықтың жұмысы бақылау саласына жатады. Басқару жүйесіне адамды араластыруды қарастыру сараптама қорытындылары бойынша шешім қабылдау кезеңінде болады, яғни, бақылау нәтижесі бойынша болады. Сондықтан да бақылау операциясын орындайтын басқару жүйесінің техникалық құралдар бөлігі жеке автоматтандырылған бақылау жүйесі (АБЖ) ретінде қарастырылуы мүмкін. Автоматтандырылған және автоматты басқару жүйесі жайлы сөз болғанда әрдайым оның құрамында АБЖ бар екендігі меңзеледі.

Басқару мен бақылау жүйесінен бөлек, автоматты жүйенің тағы бір түрі бар. Ол басқарудың жеке жағдайымен байланысты, яғни, белгілі бір техникалық параметрдің нұсқаушы заңдылығы бойынша өзгеру немесе тұрақтылықты қолдау мақсатына ие. Басқарудың бұл түрі реттеу деп аталады және оны автоматты *реттеу* жүйесі (АРЖ) жүзеге асырады.

Шынайы ТП АБЖ құрамалы болып есептеледі, яғни, біраз технологиялық параметрлер АРЖ көмегімен қуатталады, ал басқалары АБЖ-ның өзінің техникалық параметрлерімен қадағаланады, оның құрамына автоматты бақылау жүйесі кіреді.

### **1.3. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ БАСҚАРУ**

Өнімдерді жасау, түрлендіру мен тасымалдау процестерінің ешқайсысы да басқарусыз жүзеге аспайды. Өндірістік процестердің алғашқы кезеңдерін толығымен адам басқарған.

Процестердің қиындау жағдайларына байланысты анағұрлым күрделі басқару талап етіле бастады және адамның мүмкіндіктері шектеулі факторға айналды. Параметр процестерін өлшеу тәсілдері (температураны, қысымды, шығынды және басқа шамаларды) құрастырылды және сәйкес құрылғылар – датчиктер, сонымен бірге, процеске қажетті ықпал жасайтын атқарушы механизмдер жасалды.

Датчиктер мен атқарушы механизмдар – басқару жүйесінің екі негізгі бөлігі. Бірақ тағы да бір өте маңызды фактор бар, оның көмегінсіз басқару мүмкін емес, ол – шешім. Қысым мен температураның берілген мәні атқарушы механизмді қоғалысқа келтіруге тікелей пайдаланыламайды. Дегенмен, оны сараптама жүргізуге пайдалануға болады, оның негізінде шешім қабылданады және басқарушы ықпал жүзеге асады.

Есептеуші құрылғылар пайда болмай тұрып, басқарушылық ықпал шамасын оператордың өзі таңдағын. Оған тәжірибесі көмектескен, мысалы, процеске ықпал ету қажет болған жағдайда өлшегіш параметрі қажетті деңгейге қол жеткізген кезде вентильдің қалыбын қаншалықты өзгерту керектігін анықтаған. Ол өлшегіш аспаптарының нәтижесін оқыған, шамалап есептеулерді шығарған және басқарушылық ықпал жасаған.

Бірақ процестердің күрделенуіне қарай, тіпті ең білікті оператордың өзі басқару міндеттерін орындауға қабілетсіз болып қалды. Сондықтан ұқсас реттегіш жасалды, ол өздігінен (оператордың көмегінсіз) бір параметрді үздіксіз реттеуді жүзеге асырды. Бірақ параметрлер саны ұлғайған сайын бір процеске бірнеше реттегіш қажет болды, бірақ олар бір-бірімен әрекеттесе алмады және біртұтас қалыпта жұмыс жасамады. Тіпті, реттегіштер барлық параметрлерді жақсы реттеумен қамтамасыз еткен жағдайда да оператор бұрынғыша барлық процесті басқару бойынша шешімді өзі қабылдауы керек.

Технологиялық операцияның әрқайсысы ұзақ уақыт бойы өзгеріссіз қалған жағдайда міндет айралықтай жеңілдейді, мысалы бір бұйымды жаппай өндірген кезде.

XX ғ. 30-40 жылдарында-ақ Ресейде мойынтірек (подшипник) бөлшектерін өңдеуге арналған автоматты тізбектер пайда болды, ал XXғ. 40-жылдарының аяғында бізде әлемдік тәжірибеде алғаш рет барлық процестері автоматтандырылған (шикізатты тиеу мен дайын өнімді қаптауға дейін) трактор қозғалтқышына арналған поршен өндірісі іске қосылды. Электронды есептегіш машиналардың (ЭЕМ) пайда болуы технологиялық процестерді тәуелсіз жиынтық операциялары ретінде емес, тұтас дүние ретінде қарауға мүмкіндік берді.

ЭЕМ базасындағы АБЖ оптималды режимде барлық процестерді жүргізеді, технологиялық жабдықтарды қосады және өшіреді, оның жағдайын бақылайды және артық салмақтың алдын алады, апатты жағдайды болдырмауды қамтамасыз етеді, процестің өтуінің сараптамасы мен есебін жүргізеді; ал қажет жағдайда олар басқа өнімді шығаруға жылдам бейімделе алады.

Жаңаша өндіріс объектілері орталық ЭЕМ-де басқарудың жалпы жүйесіне біріккен өзара байланысты көпрежимді басқару жүйесінің жиынтығын қамтамасыз етеді. Өндірістік процестер икемді өндірістік модульдермен автоматты тізбектерде, ЭЕМ минимальді нұсқаулары базасында – микропроцессорлар мен микроЭЕМ-де жүзеге асады. Оларды иілгіш деп атаудың себебі, олар бұйымдарды өндіру барысында бір түрінен екіншісі түріне жылдам ауысуға қабілетті, бұл өндірісті әрдайым түрлендіріп отыруға мүмкіндік береді, өнім түрлерін ұлғайтады және сапасын арттырады. Көмекші операциялар мен негізгі операциялардың бір бөлігі өнеркәсіптік жұмыстармен атқарылады. Бұл жабдықтардың барлығы тасымалдау, жобалау және өндіріске дайындаудың автоматты жүйесімен бірлесе отырып *иілгіш автоматтандырылған өндірісті* қалыптастырады.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Кибернетика нені зерттейді?
2. Автоматика немен айналысады?
3. Қандай процестерді технологиялық деп атайды?
4. Автоматтау деніміз не?
5. Технологиялық процесті автоматтаудың мәні?
6. ТП АБЖ дегеніміз не?
7. Автоматтандырылған және автоматты басқару жүйесінің айырмашылығы қандай?
8. Автоматтандырылған басқару жүйесіндегі адам - бұл жақсы ма жаман ба?
9. Автоматты жүйенің қандай түрлерін білесің?
10. Басқару жүйесінің басты элементтерін атап бер.
11. Басқару жүйесіндегі есептегіш құрылғының рөлі қандай?
12. Иілгіш автоматтандырылған өндіріске сипаттама беріңіз.

# АЛГОРИТМДЕР

Өндірісті автоматтандыру адамды өндіріс процесіне тікелей қатысудан босатады, барлық жұмыс техникалық құралдардың міндетіне жүктеледі. Бірақ оларды қандай да бір жұмысты орындауға «үйрету» үшін, адам алдымен сол жұмысты өзі егжей-тегжейлі меңгеруі керек, жұмыстың мақсатын ой елегінен өткізіп, оны орындау нәтижесінде неге қол жеткізу керектігін, майда шаруаларға дейін ойланып, іс-әрекетті орындаудың тәртібін нақтылап суреттеуі қажет.

Жаңаша технологиялық құралдар көп ретте адамнан асып кетеді – олар түрлі әрекеттерді жылдам әрі нақты орындайды, көп күш жұмсай алады, шаршамай жұмыс жасайды, ұзақ уақыт бойында қателік жібермейді. Бірақ әрбір әрекетін, тіпті, ең қарапайымдарының өзін (мысалы, қалыпты жағдайға оралу) олар адамның нұсқауымен ғана орындай алады.

Сәйкесінше, кез келген процесті автоматтандыруды сол процесті құрайтын толық әрекеттер тізімінен бастау керек. Мұндай тізім белгілі бір тәртіп бойынша құрастырылады және жазылады, оларды біз осы тарауды қарастыратын боламыз.

## 2.1. АЛГОРИТМ ТҮСІНІГІ

Біздің әрқайсымыз күнде көптеген қимыл әрекеттер жасаймыз және ол әрекеттерді қалай жасағанымыз туралы ойланбаймыз. Біз сауда жасаймыз, қоғамдық көлікті пайдаланамыз, киноға барамыз, тамақ дайындаймыз және т.б.

Біз автоматты түрде әрекет етеміз және әдетте өзіміз ұмтылған нәтижеге қол жеткіземіз.

**1-мысал.** Сіздің қарныңыз ашты делік және бутерброд жегіңіз келді. Бұл үшін сізге не істеу қажет?

Алдымен нан мен майды алу үшін нансалғыш пен тоңазытқышты қарау керек. Сіз нанға майды тоңазытқыштың ішінде жақпайсыз, яғни, азықтарды үстелге алып келесіз. Содан соң пышақты алып нан мен майды бөлесіз. Сосын нанға майды жағып, дайын бутерброд аласыз. Сіздің әрекеттеріңіздің реті:

1. *Нансалғышты ашу.*
2. *Нанды алу.*
3. *Нансалғышты жабу.*
4. *Нанды үстелге қою.*
5. *Тоңазытқышты ашу.*
6. *Майды алу.*
7. *Тоңазытқышты жабу.*
8. *Майды үстелге қою.*
9. *Пышақты алу.*
10. *Нанды кесу.*
11. *Кішкене майды бөліп алу.*
12. *Нанға майды жағу.*
13. *Пышақты орнына қою.*
14. *Бутербродты жеу.*

Бутербродты дайындау – сіздің мақсатыңыз. Оған қол жеткізу үшін сіз белгілі бір реттегі бірнеше әрекетті жасайсыз. Сіз тоңазытқышты ашпай майды ала алмайсыз, немесе нансалғышты ашпай нанды кесе алмайсыз. Бір әрекетті жасамай көріңізші немесе орындау тәртібін ауыстырып көріңіз – нәтижесінде сіз мақсатыңызға қол жеткізуді күрделендіресіз немесе мүлдем бутербродсыз қаласыз.

**2-мысал.** Сіз үй тапсырмасын алдыңыз делік, ол - математика бойынша есепті шығару.

Алдымен сізге оқулықтан тапсырманы тауып алу керек, содан кейін тапсырманың шартын жазу керек, қажетті формуланы таңдайсыз, ондағы сөздерді сандарға айналдырасыз және есептеулерді орындайсыз.

Сіздің әрекеттеріңіздің реті:

1. *Үстелге келу.*
2. *Оқулықты алу.*
3. *Оқулықтан берілген тапсырманы табу.*
4. *Тапсырманың шартын жазу.*
5. *Қажетті формуланы таңдау.*
6. *Формулаға шарттағы мәліметтерді енгізу.*
7. *Есептеп шығару.*
8. *Жауабын жазу.*

Сіз оқулықтан тапсырманы таппасаңыз, оның шартын жаза алмайсыз. Егер қажетті формуланы таңдамасаңыз есептей аламайсыз. Жоғарыда көрсетілген әрекеттердің реті қатаң түрде сақталуы тиіс, сонда ғана ол сіздің алға қойған мақсатыңызға, яғни тапсырманы орындауыңызға алып келеді. Бұл реттегі кез келген өзгеріс сіздің алға қойған мақсатыңызға қол жеткізу мүмкіндігіңізге тосқауыл болады.

*Алгоритм* — бұл мақсатқа қол жеткізуге апаратын әрекеттердің реттілігі.

Сіз басқа біреуге велосипедті қалай жөндеу керектігін, сорпаны қалай жасайтынын немесе балық аулауға қалай дайындалу керектігін айтқан кезде, қалаған мақсатқа қол жеткізу үшін оларды орнындаудың ретін айтасыз.

Егер бұл реттілікте күрделі әрекеттер бар болса (мысалы, велосипедтің дөңгелегін ауысыру), онда сіз әңгімелесіп отырған адамыңыздың тәжірибесіне қарай отырып, бүкіл іс-әрекетті толықтай айтасыз не болмаса оны бірнеше жеңіл бөліктерге бөліп түсіндіресіз (сол жақ бұранданы босату, сосын оң жақ бұранданы босату және т.б.). Алгоритмді құрастыру барысында күрделі әрекеттер көбіне анағұрлым жеңіл, тіпті ең қарапайым түрлерге бөлінеді. Мысалы, 2 мысалда 2 әрекет берілген. Оқулықты алуды келесі қимылдар арқылы суреттеуге болады:

1. *Оқулыққа қол созу.*
2. *Оқулықты алу.*
3. *Оқулықты өзіңе жақындату.*

Дәл осы әрекетті толығырақ суреттеуге болады:

1. *Оқулыққа қол созу.*
2. *Оқулықты саусақтармен ұстау.*
3. *Саусақтарды бұғу.*
4. *Оқулық ұстаған қолды үстелден көтеру.*
5. *Оқулықты өзіңе жақындату.*

Адамдарға мұндай егжей-тегжейлі нұсқау күлкілі болып көрінуі мүмкін, бірақ роботтың қандай да бір затты қозғалтуы үшін дәл осындай қимыл-әрекеттерді орындауы тиіс.

Нақты егжей-тегжейлі түсіндіру ең күрделі қимылдардың өзін бірнеше жеңіл әрекеттердің жиынтығы ретінде көрсетуге мүмкіндік береді, ал ең қарапайым әрекеттерді орындауды машинаға тапсыруға болады, бұл – автоматтандыруға апаратын тура жол.

Технологиялық процесті машина орындайтындай етіп көптеген іс-әрекеттерге бөлу мен ТП басқару алгоритмін құрастыру – технологтың міндеті.

Бұл жерде «машина» сөзі кең мағынада пайдаланылады, ол – адамдардың орнына түрлі әрекеттердің үлкен көлемін атқаруға қабілетті техникалық құрал.



Сонымен бірге, машина тек қана бір затты жалжытып немесе құралдарының көмегімен өндеп, таза физикалық жұмыстарды ғана атқарып қоймай, сараптауды, анықтауды, бағалауды және шешім қабылдауды және т.б. да жүргізеді.

Машиналарға бұл қабілеттердің барлығын адамдар береді. Машиналардың адамдардан айырмашылығы оларда ақыл-парасат жоқ, сондықтан олар тек нұсқауда берілген тапсырмаларға сәйкес қарапайым әрекеттерді ғана орындай алады. Егер адам үшін алгоритм – бұл әрекеттердің реттілігі болса, ал машина үшін – бұл мақсатқа жету үшін анықтап, орындауды қажет ететін нұсқаулардың реттілігі.

Егер нұсқау бір мағыналы болса және оны әртүрлі түсіндіру мүмкін болмаса ғана машина нұсқауды анық тани алады. Сондықтан да машина үшін әрбір нұсқау ерекше жазылуы тиіс, яғни, машинаға түсінікті тілде болуы керек.

Машинаға түсінікті тілде жазылған алгоритм *бағдарлама* деп аталады.

## 2.2. АЛГОРИТМНІҢ ТҮРЛЕРІ

---

### 2.2.1. Тізбектік алгоритмдер

Жоғарыда қарастырылған алгоритмдер ең қарапайым болып саналады. Олар жазылған қалпында орындалатын бірізді әрекеттерді суреттейді, яғни, бірінен кейін бірі орындалады. Бұл әрекеттерді орындау үшін қажетті заттар дайын және оларды орындау барысында сұрақтар мен қиындықтар туындамайды, яғни, нан нансалғышта тұр, май – тоңазытқышта, оқулық – үстелдің үстінде, ал сізден тек қана алгоритмде берілген әрекеттерді рет-ретімен орындау талап етіледі. Бірінен соң бірі рет-ретімен орындалатын алгоритмдер *тізбектік алгоритмдер* деп аталады.

### 2.2.2. Тармақталған алгоритмдер

Шынайы өмірде барлығы да оңай емес. Сіздің бутерброд жегіңіз келді, нансалғышты аштыңыз, ал онда нан жоқ. Не істеу керек? Егер шынымен де қарныңыз ашып тұрса, дүкенге барып нан сатып алып келуге тура келеді. Бұл ретте сіздің әрекетіңіз жағдайға байланысты болады – нансалғышта нан бар ма, жоқ па?

Мұндай жағдайда бутерброд жеуге деген құштарлығыңыздан кейінгі сіздің әрекетіңіздің реті төмендегідей болады:

1. *Нансалғышты ашу.*
2. ***Егер нан бар болса, оны алу.***
3. *Нансалғышты жабу.*
4. ***Егер нан жоқ болса, онда дүкенге бару.***
5. *Нан сатып алу.*
6. *Нанды үйге алып келу.*
7. *Нанды үстелге қою және т.б.*

Сіз ерекше көңіл бөлуді қажет ететін жолдар жартылай қою шрифпен белгіленген, яғни, біздің жағдайда сіздің әрі қарай атқаратын әрекеттеріңіздің шарттары берілген.

Сонымен, сізде бутерброд бар, бірақ әрекеттер ретін баяндауда белгісіздік жағдайы пайда болды. Егер осы баяндауды қатаң сақтасақ, нансалғышта нанның болуына қарамастан және 2- әрекетті ойдағыдай орындағанмен, сізге 3,4,5 және 6-әрекеттер ретін орындай отырып, бәрібір дүкенге бару керек болады. Әйтпесе 3-әрекеттен кейін не істеу керектігі түсініксіз болып қалады. *Нансалғышты жабу.* Әрине, сіз парасатты адам ретінде әрі қарай не істеу керектігін білесіз. Ал егер осы жағдайда алгоритмді орындау машинаға тапсырылған болса қалай болады?

Мұндай жағдайда алгоритмнің сипаттамасына кейбір нақтылықты енгізу керек екендігі анық. Біріншіден, бір кездерде әрекеттерді орындау ретінің бұзылуы мүмкін екендігін көрсету керек және сол кезде келесі әрекетті таңдауға болады. Бұл таңдау кейбір шарттарды (нансалғышта нан бар ма) орындауға (немесе орындамауға) байланысты болады. Екіншіден, қандай да бір нәтижені таңдау барысындағы кезекті әрекеттің нақты қандай болатындығын көрсету қажет. Жағдайды таңдау белгісі болып «егер» сөзі қызмет етеді, ол шартты енгізеді (нан бар). Бірақ нанның болмау мүмкіндігіне байланысты алгоритмде тағы бір «егер» болуы мүмкін, ол қарама қарсы шартты енгізеді (нан жоқ). Бұл жағдайларда шатаспас үшін, әдетте, екінші шартты «әйтпесе» сөзімен алмастырады:

1. *Нансалғышты ашу.*
2. ***Егер нан бар болса, оны алу.***
3. *Нансалғышты жабу.*
4. ***Әйтпесе дүкенге бару.***
5. *Нан сатып алу.*
6. *Нанды үйге алып келу.*
7. *Нанды үстелге қою және т.б.*

Осылайша, «егер» сөзі енгізілген бірінші шарт негізгі болып есептеледі. Осы шарттардың орындалу немесе орындалмауына байланысты сіз не 3-әрекетке немесе 4,5,6-әрекеттерге өтесіз.

Әрекеттің бұл нұсқалары *алгоритмнің тармақтары* деп аталады.

Кейбір шарттардың орындалуына байланысты әрекеттің бірнеше нұсқаларының біреуіне ғана таңдау жүргізетін алгоритмдер *тармақталған алгоритмдер* немесе *шартты алгоритмдер* деп аталады.

Әрбір тармақ қай жерден басталып, қай жерден аяқталады? *Егер* шартын орындау барысында алгоритмдегі әрекеттің реті қалай жазылса, солай орындалады, себебі оны бұзуға негіз жоқ. Сіз бірінші тармақты құратын әрекетті орындайсыз. Ол қай жерде аяқталады? Ол *Егер* шарты қарастырған әрекетте аяқталады, яғни, екінші *Әйтпесе* шартының алдында.

Ал *Егер* шарты орындалмаса ше? Онда әрекет ретін бұзуға негіз пайда болады. *Егер* шартының орындалуын (дәлірек айтқанда орындалмауын) тексергеннен кейін алгоритмде *Әйтпесе* шартынан кейін тұрған әрекетті орындау басталады, яғни, екінші тармақ әрекеттері.

Сонымен, *Егер* шартының орындалуына қарай сіз не бірінші, не екінші тармақтағы әрекеттерді жасайсыз. Ал әрі қарай – тағы да түсініксіз: алгоритмді орындауды қай жерден жалғастырамыз, мысалы, бірінші тармақтың 3-әрекетінен кейін бе? Сіз ғой келесі алгоритмнің 7-әрекет екенін, яғни, *Нанды үстелге қою* керектігін түсінесіз, ал мұндай жағдайда машина не істейді? Ол түсіне алмайды ғой!

Белгісіздікті шешу үшін алгоритмге алгоритмді жалғастырудан тармақтарды бөлетін арнайы көрсеткішті енгізеді. Әдетте, мұндай нұсқаушы болып *Тармақталудың соңы* тіркесі табылады. Кез келген тармақтың әрекетін аяқтаған соң, *Тармақталудың соңы* тіркесін іздеп табу керек және алгоритмді осы тіркестен кейінгі әрекетті орындаудан бастау керек

Алгоритм келесі түрде көрінеді:

1. *Нансалғышты ашу.*
2. ***Егер нан болса, оны алу.***
3. *Нансалғышты жабу.*
4. ***Әйтпесе дүкенге бару.***
5. *Нан сатып алу.*
6. *Нанды үйге алып келу.*
7. ***Тармақталудың соңы.***
8. *Нанды үстелге қою және т.б..*

Енді алгоритмнің қай тармағының орындалғанына байланысты келесі кезектегі әрекет *Тармақталудың соңы* тіркесінен кейінгі әрекет болады (8. *Нанды үстелге қою*).

Тағы да бір тармақталған алгоритмді қарастырып көрелік. Цилиндрлік бұйымдарды диаметрі бойынша сұрыптау қажет делік, және оны екі дүкенге бөлу керек (жәшіктерге, қораптарға). Бұйым конвейрден олардың диаметрін өлшегіш құрылғыға түседі және өлшеу нәтижелеріне қарай басқа құрылғы бұйымдарды сол не басқа дүкенге орналастырады.

Сұрыптау алгоритмі былай болуы мүмкін:

1. *Бұйымды өлшегіш құрылғыға орналастыру.*

2. *Бұйым диаметрін өлшеу.*

3. *Егер диаметр мөлшерден артық болса, онда бұйымды №1 дүкенге жібереді.*

4. *Әйтпесе бұйымды № 2 дүкенге жібереді.*

5. *Тарамақталудың соңы.*

Бұл алгоритмді орындаушы адам болуы да, машина болуы да мүмкін (мысалы, робот). Егер мұндай алгоритмді орындау машинаға жүктелсе, онда оның нұсқауды түсінетіндігіне ғана емес, таңдау жасай білетіндігіне де сенімді болу керек, яғни, машинаның *Егер* шартының орындалғандығын анықтауға қабілетті техникалық құралы болуы керек. Біздің жағдайда машина тек қана бұйымның диаметрін өлшеп қоймай, сонымен бірге оны міндеттелген диаметрмен салыстыруы керек және салыстыру нәтижесі бойынша бұйымды қай дүкенге орналастыру туралы шешім шығаруы тиіс.

Адамның қатысуынсыз жұмыс жасайтын автоматты жүйеде әртүрлі мәселелер туындаған жағдайда әрекет нұсқаларын таңдауға машинаның өзіне шешім шығаруға тура келеді, сондықтан мұндай жүйелерде тармақталған алгоритмдер жиі пайдаланылады. Бір немесе бірнеше әрекет нұсқаларының ішінен біреуін ғана таңдау қажет болған кез келген жағдайды әрдайым алгоритмнің бір немесе бірнеше тармақтарына түйістіруге болады.

### 2.2.3. Циклдік алгоритмдер

Біз бірдей әрекеттер қайталанып келетін процестерді жиі байқаймыз немесе оларға қатысамыз. Мысалы, дүкендегі сатушының қалай жұмыс істейтінін қарастырайық. Барлық сатып алушыларға ол бір схема бойынша қызмет көрсетеді: тауарды беру – ақшаны алу – чекті шығару – қайтарымын беру. Тек тауарлардың көлемі мен түрлері ғана өзгереді. Кинотеатрдағы бақылаушы мына схема бойынша жұмыс жасайды: билетті алу – сеансты тексеру – билетті жырту – билетті қайта беру. Осылай күні бойы жүздеген рет қайталанады. Сонымен қатар бір әрекетті бірнеше рет көлікке азық-түлік тиейтін жүк тасушы да; конвейрдегі жұмысшы да; бөлмеге тұсқағаз жабыстырушы маляр да; сіз де шай ішкенде немесе танертең сабаққа барғанда қайталайсыз.

Бұйымдарды сұрыптау алгоритмін қарастыруға қайта оралайық. Бұл алгоритмде бір бұйыммен өндірілген бір реттік әрекет баяндалған. Ол № 1 немесе № 2 дүкенге жіберілді және алгоритм осымен аяқталды. Бірақ шынайы бұйымдардың сұрыптауға үлкен көлемде түсетіні. Яғни, алгоритмде баяндалған әрекеттер қайта-қайта қайталануы тиіс. Ұзақтығы қандай? Сірә, конвейрде бұйым болған кезде шығар.

Сұрыптау процесі көп рет қайталануы үшін алгоритмді қалай өзгертуге болады? Нақты қандай әрекеттерді қайталау керек және қай уақытқа дейін? Шешімнің екі нұсқасы бар:

- шарт жасау, оны орындау барысында әрекетті қайталап отыру қажет, шарт қалай бұзылады, солай қайталауды тоқтатып, алгоритмді жалғастыруға көшу керек (мысалы, шарбақ тақтайларын ол біткенше сырлау, содан кейін ғана түскі үзіліске кірісу);
- бірдей әрекеттерді қажетті деңгейге жеткенше қайталау (мысалы, бөшкеге он литр су құю).

Бірінші нұсқа анағұрлым әмбебеп – ол тақтай саны әртүрлі шарбақтараға сәйкес келе береді, сонымен бірге алдын ала белгісіз болған жағдайдарда да. Бірақ бұл алгоритм нұсқасын орындаушы жасалған шарттың орындалуын тексере алуы керек (шарбақ аяқталды ма?), адам үшін қиындық тудырмайтын нәрселердің машина үшін ауыр болуы мүмкін.

Ал екінші нұсқа машина үшін қиындық тудырмайды – механикалық, электрлік, электрондық және басқа да есептегіштер бұрыннан бар және олар әртүрлібір бұл нұсқа иілігіштіктен ада және алгоритмді орындау шарты өзгереген кезде (мысалы бөшкені кішірегіне ауыстырған кезде) алгоритмнің өзіндегі нұсқауды өзгерту қажет (құйылатын шелектің санын өзгерту).

Алгоритмдегі қайталанатын әрекет топтары *циклді* қалыптастырады. Бірдей әрекеттер қайталанп келетін алгоритмдер *циклдік алгоритмдер* деп аталады.

Қайталау шарты бұзылған жағдайда алгоритмді орындаушы циклден тыс тұрған келесі әрекеттерге көшеді.

Алгоритмде бұйымдарды сұрыптау мен олардың саны алдын ала белгісіз болғандықын, бірінші нұсқаны пайдаланып көреміз – орындалуы сұрыптау процесін қайталау үшін қажетті шартты тауып алуға тырысамыз. Мұндай шарт конвейрде кезекті бұйымдардың бар болуы. Егер сұрыптауды адам жүргізсе, бұл бұйымды кездестіру оңай.

Егер сұрыптаушы алгоритмді орындаушы машина болған жағдайда, ол конвейрдегі бұйымның бар екендігін тексере алуы тиіс. Машина мұны қалай жасайды, әрі қарай қарастырайық. Ал қазір сұрыптау алгоритмін циклдің қайталану шартымен толықтырамыз:

1. **Конвейрде бұйым бар кезде іс-әрекетті орындау:**

2. *Бұйымды өлшегіш құрылғысы орнату.*

3. *Бұйым диаметрін өлшеу.*

4. *Егер диаметр белгіленгеннен үлкен болса, онда бұйымды № 1 дүкенге қою.*

5. *Әйтпесе бұйымды № 2 дүкенге қою.*

6. *Тарамақталудың соңы.*

7. **Циклдың соңы.**

Мұндағы жартылай қою шрифпен белгіленген жолдардың әрекеттің, яғни, циклдің қайталануына қатысы бар. Алгоритмде тармақталу да бар, бірақ олар ашық шрифпен жазылған.

Орындаушыға нақты қандай әрекеттерді қайталау керектігі түсінікті болуы үшін бұл әрекеттер (циклдар) ерекшеленіп тұруы тиіс, яғни, циклдың шегі көрсетілуі қажет. Циклдың қайталануы *1. Әзір конвейрде* шартының орындалуына байланысты болғандықтан, осы шарт жазылған жол циклдың бір шеті болуы мүмкін. Басқа шекараны *Циклдың соңы* жолымен орнатады. Егер *1-шарт* сақталса, онда көрсетілген шекаралар арасында орналасқан *2...6-әрекеттер* орындалады. *1-шарт* бұзылған жағдайда орындаушының келесі *7-жолдан* кейінгі *Циклдың соңы* әрекетіне көшуі керек (егер алгоритмнің жалғасы болса).

Қарастырылған алгоритмде циклді қайталау мүмкіндігін анықтайтын шартты тексеру цикл әрекетінің өзін орындауды бастамас бұрын жүргізілді. Бірақ кейде циклдың қайталану қажеттілігін тек оны орындағаннан кейін алынған нәтиже бойынша бағалау мүмкін болады. Осы не басқа нұсқаны таңдау орындалған әрекеттердің мәніне байланысты.

Мысалы, конвейрлерді темір жол вагондарына тиеген кезде кезекті конвейрді тиеп болған соң ғана вогонда тағы да бос орынның бар екендігін және тиеуді жалғастыруға болатындығын анықтауға болады. Бұл жағдайда циклдың қайталану шарты бар жол оның төменгі шекарасы балып саналады, ал жоғарғы шекарасын *Циклдың басталуы* жолымен орнатады. Вагонға конвейрді тиеудің циклдық алгоритмін құрастырамыз:

1. **Циклдың басталуы.**

2. *Кезекті конвейрді кранмен көтеру.*

3. *Конвейрді вагонға орналастыру.*

4. *Конвейрді вагонға арту.*

5. *Кранды бастапқы қалтына келтіру.*

6. **Вагонда бос орын бар кезде, цикл әрекетін қайталау.**

7. *Вагон есігін жауып, сүргі соғу.*

6- шартты орындау кезінде 2...5- әрекеттер қайталанатын, одан кейін 6-шарттың орындалуы қайта тексеріледі. Егер ол бұзылған болса, цикл қайталанбайды және орындаушы 6-шарттан кейінгі келесі 7- *Вагон есігін жауып, сүргі соғу* нұсқауына өтеді.

Бұл алгоритмге оның орындалуы басталмай тұрып тексерілген алдын алушы шарттарды да енгізуге болады. Тиеуге арналған контейнерлердің мүлдем болмауы да мүмкін немесе олардың бүкіл вагонды толтыруға жеткіліксіз болуы ықтимал, онда контейнерлер бар кезде ғана тиеу жұмысы жүзеге асырылады.

Бұл жағдайда бұрын жазылған алгоритмнің барлығы контейнерлердің бар болу шарты кезінде қайталанатын циклды ұсынады және бұл шарттың орындалуын тексеру де осы циклға кіреді:

1. **Циклдың басталуы.**

2. **Тиеуге арналған контейнер бар кезде әрекеттерді орындау:**

3. *Кезекті контейнерді кранмен көтеру.*

4. *Контейнерді вагонға орналастыру.*

5. *Контейнерді вагонға арту.*

6. *Кранды бастапқы қалтына келтіру.*

7. **Вагонда бос орын бар кезде цикл әрекетін қайталау.**

8. **Циклдың соңы.**

2-ші немесе 7-ші шарттың бұзылуы кезінде орындаушы келесі 8-жолдан кейінгі *Циклдың соңына* көшеді.

Біз циклдық алгоритмнің екі тәсілін қарастырдық: алдын алушы шартпен және кейінгі шартпен.

Циклдік алгоритмнің екінші нұсқасын қарастырамыз. Бұған дейін айтып өткеніміздей, мұндай алгоритммен қайбір шарттардың орындалуын (немесе орындалмауын) бағалай алмайтын атқарушылар жұмыс жасайды, бірақ олар сандармен жұмыс жасай алады.

Мысалы, химиялық кәсіпорында 10 резервуарды сұйықтықпен автоматты түрде толтыруды қамтамасыз ету керек. Қайталанушы операциялардың санын есептегіш құрал бастапқы қалыпта нөлде тұр. Резервуарлар бір қатарға тығыз орналасқан.

Сұйықтық ағатын шлангы резервуарлардың бойына орналасуы мүмкін және бастапқы жағдайда ол бірінші резервуарға жақын.

Әрбір резервуарда ол толған кезде дабыл қағатын датчигі бар. Резервуарларды толтыру алгоритімі төмендегідей болуы мүмкін:

1. **Циклдың басталуы.**

2. Шлангыны резервуардың еніне орналастыру.

3. Шлангының бұрандасын ашу.

4. Датчиктің резервуардың толғандығы туралы дабылының бар-жоғын тексеру.

5. Дабыл түскен кезде бұранданы жабу.

6. Есептегіштің ішіндегісін 1ге ұлғайту.

7. **Есептегіштің ішіндегісі 10нан төмен болса, әрекетті қайталау.**

Бұл шарт соңымен алгоритм, себебі кезекті резервуарды толтырып болғаннан кейін ғана толтыру операциясын тағы да қайталау керектігі анықталады ( яғни, барлық 10 резервуар да толды ма). Бірақ бұл алгоритмді алдыңғы шартпен құрастырса да болады:

1. **Есептегіштің ішіндегісі 10-нан төмен болса, әрекеттерді орындау:**

2. Есептегіштің ішіндегісін 1-ге ұлғайту.

3. Шлангыны резервуардың еніне орналастыру.

4. Шлангының бұрандасын ашу.

5. Датчиктің резервуардың толғандығы туралы дабылының бар-жоғын тексеру.

6. Дабыл түскен кезде бұранданы жабу.

7. **Циклдің соңы.**

Екі алгоритмде де есептеуіштің ішіндегісі 10-ға тең болған кезде циклдің қайталау шартын кезекті тексеру кезінде оның енді толтырылмайтынын көрсетеді және орындаушы келесі 8-әрекетке көшеді (егер ол алгоритмде бар болса).

Соңғы екі алгоритмде *Егер көрсеткіш дабылы түссе* шартын тексеру нақты қатысады. *Бұранданы жабу* кезекті әрекеті тек қана «Иә» деген жауапта орындалады, яғни, алгоритмнің бұл бөлігі тармақтанудан тұрады. Бірік біз циклдердің ұйымдасуын қарап жатқандықтан, алгоритмнің бұл бөлігі артық тәтпіштеусіз келтірілген.

## 2.2.4. Көмекші алгоритмдер

Біздің күнделікті орындайтын іс-әрекеттеріміздің арасында әртүрлі мақсатқа қол жеткізуге бағытталса да, бірдей жасалатын әрекеттер аз емес.



Мысалы, біз бірдей әрекет етеміз, нан, кәмпит, кітап, киноға немесе поездға билет сатып аламыз.

Біздің кез келген сатып саудамыздың алгоритмі мынадай түрде көрінеді:

1. Әмиянды алу.
2. Әмияннан ақшаны алу.
3. Ақшаны сатушыға беру.
4. Қажет тауарды айту.
5. Тауарды алу.
6. Тауарды сөмкеге (пактке, қалтаға, дорбаға) салу.
7. Қайтарымды алу.
8. Қайтарымды әмиянға салу.

Егер осы әрекеттерді күні бойы алгоритм түрінде баяндаса, онда осы сегіз әрекет бірнеше рет қайталануы мүмкін, тек тауардың аты өзгереді. Бір күнде жасалған бес сауда күн алгоритміне қырық жол қосады. Ал егер сауда он болса, онда жол саны сексенге жетеуі мүмкін тіпті дәл осы жолдар күн алгоритмінің ерекше бөлігін құрайтын шығар, бірақ олардың ақпарттық құндылығы өте аз, себебі біізді әрекеттердің он рет қайталануы ықтимал.

Бұл жағдайда тұтас күн алгоритмінен сауда алгоритмін бөліп қараған ыңғайлы және оны бөлек тақырыппен, мысалы, «Х саудасы» деп жазған дұрыс. Сонда күн алгоритмінде әрбір сауда сегіз жолдың орнына тек бір жолмен ғана жазылатын болады, тек Х мәні өзгеріп отырады (нан, кітап және т.б.).

Бұл алгоритмді бір рет жазып, оны бііздің әрекеттерімізді сипаттайтын басқа кез келген алгоритмге орналастыруға болады. Бұл үшін алгоритм тақырыбын еске түсіру және нақты Х мәнін көрсету жеткілікті.

Екі алгоритм құрамында тұтастай және қайта-қайта пайдаланылатын алгоритмдерді *көмекші алгоритмдер* деп аталады.

Көмекші алгоритмдер математикалық тапсырмаларды орындағанда өте ыңғайлы. Мысалы, квадрат теңдеуді немесе ЭЕМ көмегімен  $\sin x$  функциясын шығару әрекеттің ұзын тізбегінен тұрады. Егер осы алгоритмдердің әр бөлімін әрдайым тапсырманы шешетін негізгі алгоритмде жазып қойса, онда ол тым ұзын болып кетеді. Сондықтан  $\sin x$  есебін көмекші алгоритм түрінде жазған ыңғайлырақ, ал негізгі алгоритмде қажетті жерлерінде оған сілтеме жасау керек.

Мұндай сілтемелерді оңтайландыру үшін көмекші алгоритмге оны шақыруға мүмкіндік беретін тақырып қою керек. Шақырғаннан кейін,

көмекші алгоритм орындалып болғанша, негізгі алгоритмнің орындалуы тоқтатылады. Бұл ретте көмекші алгоритмге негізгі алгоритмнен ақпарат беріледі, оны өңдеу көмекші алгоритмнің міндеті болып саналады. Мұндай ақпараттарға, мысалы,  $\sin x$  есебіндегі  $x$  мәні немесе сауда жасау барысындағы тауардың аты жатады. Көмекші алгоритмнің нәтижесі негізгі алгоритмге беріледі.

Мысалы, түрлі бұйымдарды жасау барысында жылу беруші элементтің көмегімен қажетті температураға дейін бір бөлшектің не заттың қызу операциясының орындалуы. Бұл температураны  $t$  деп белгілейміз, ал қыздыру алгоритмін « $t$ -ға дейін қызу» деп аламыз. Ол келесі түрде берілуі мүмкін:

**« $t$ -ға дейін қызу»**

1.  $t$  мәнін енгізу.
2. Жылытқышты қосу.
3. Температура  $t$  төмен кезде, әрекетті орындау:
4. 5 с күту.
5. Температураны өлшеу.
6. Циклдің соңы.
7. Жылытқышты өшіру.

Бұл алгоритмді орындау кезінде әр 5 с сайын температура өлшеніп отырады және ол  $t$ -дан төмен болса, жылытқыш қосулы қалпында тұрады. Ал температура қалай  $t$  мәніне қол жеткізеді, солай 4-шарт бұзылады және алгоритмді орындаушы келесі әрекетке, яғни, 6-жолдан кейінгі *Циклдің соңы* шартына өтеді, яғни, жылытқыш өшіріледі. Сұйықтықтың қызу кезеңі  $150^{\circ}\text{C}$  дейінгі негізгі алгоритм бар деп алайық. Бұл жағдайды жаңа ғана қарастырылған « $t$ -ға дейін қызу» алгоритмі көмекші алгоритм ретінде пайдаланылуы ықтимал.:

1. Резервуарға № 1 сұйықтықты құю.
2. Резервуарға № 2 сұйықтықты құю.
3. Сұйықтықтарды араластыру.
4.  $150^{\circ}\text{C}$  дейін қыздыру.
5. Жапқышты ашу және т.б.

Мұнда 4-жол « $t$ -ға дейін қызу» көмекші алгоритмін шақыруды білдіреді, оған  $t = 150^{\circ}\text{C}$  температура мәні беріледі. Қосымша алгоритмде, яғни, сұйықтық  $150^{\circ}\text{C}$  дейін қызғанда, орындаушы келесі 5-әрекетке көшеді. Қызу алгоритмі осы негізгі алгоритмде бірнеше рет пайдаланылуы мүмкін немесе қызуда қажетті  $t$  температурасын қамтамасыз ете отырып, басқа да кез келген алгоритмде бола алады.

Көмекші алгоритмді, мысалы, автоматты режимдегі токарь станоктарындағы жоңқаларды қайта-қайта жинау кезінде қолданады. Мұның алдында қарастырған бұйымдарды сұрыптау алгоритміндегі бұйымның диаметрін өлшеу де көмекші алгоритмнің көмегімен жүргізіледі. Мысалы, аспаздық кітапта қатпаралы қамырдың рецепі (алгоритмі) бір-ақ рет жазылады, ал сол қамырдан жасалатын басқа тағамдардың рецепін жазғанда осы қосымша алгоритмге сілтеме жасалады.

Біртекті қосымша алгоритмдер түрлі тапсырмаларды шешуге арналған негізгі алгоритмдерде қолданыла береді. Сондықтан да орындалатын операциялар көлемі үлкен күрделі автоматты жүйелерде, әдетте, көмекші алгоритмдер кітапханасы жасақталады.

## **2.3. АЛГОРИТМДЕРДІ ЖАЗУ ТӘСІЛДЕРІ**

---

### **2.3.1. Сөзбен жазу**

Алгоритмдерді жазудың бірнеше тәсілдері бар. Біздің осы уақытқа дейін қолданған тәсіліміз – сөздік тәсіл.

Сөздік тәсіл дегеніміз – бұл әрекеттер ретін адамға түсінікті бір тілде жазу.

Бұл тәсілдің ыңғайлылығы сол, онда әрекеттер тізімі бізге түсінікті тілде анық баяндалған. Ол, әсіресе, тізбекті алгоритмдерге жақсы келеді және біз оны күнделікті өмірде біреумен сөйлесу арқылы ылғи қолданамыз (бірдеңені қалай жөндеу керектігін, немесе бір жерге қалай бару керектігін айтамыз және т.б.).

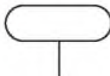
### **2.3.2. Графикалық көрсетілім**

Егер алгоритм барысында кейбір шарттарды орындау кезінде белгілі бір әрекеттердің нұсқаларын таңдау қажет болса, онда сөздік алгоритм қолайсыз болады және онда тез шатасасың. Нансалғыштан нанды алған соң кезекті әрекетті іздегенімізді еске түсірейікші, ал алгоритм сізді бәрібір сонда да дүкенге нанға жіберді. Бұл жағдайда алгоритмнің графикалық көрсетілімі анағұрлым көрнекті және ыңғайлы бола алады.

Алгоритмнің *графикалық көрсетілімі* (блок-сызба) — бұл алгоритмнің әрекеттерін орындау тәртібінде орналасқан арнайы графикалық символдардың жиынтығы.

Бұл тәсіл үшін алгоритмді жазуға стандартталған графикалық мәндер (символдар) пайдаланылады.

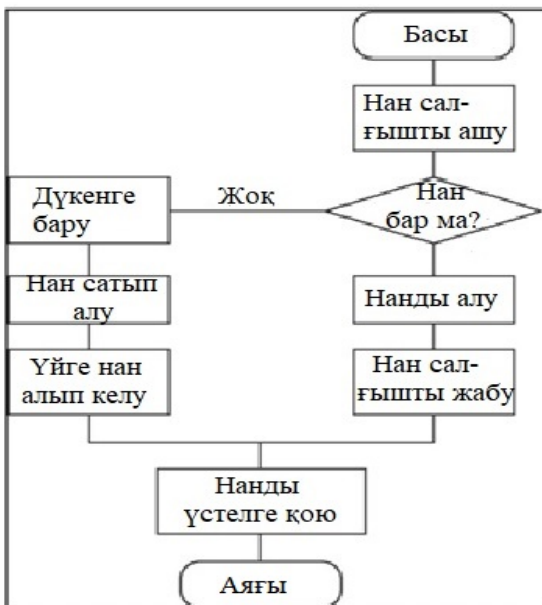
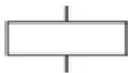
Алгоритмнің басталуы мына таңбалармен белгіленеді:



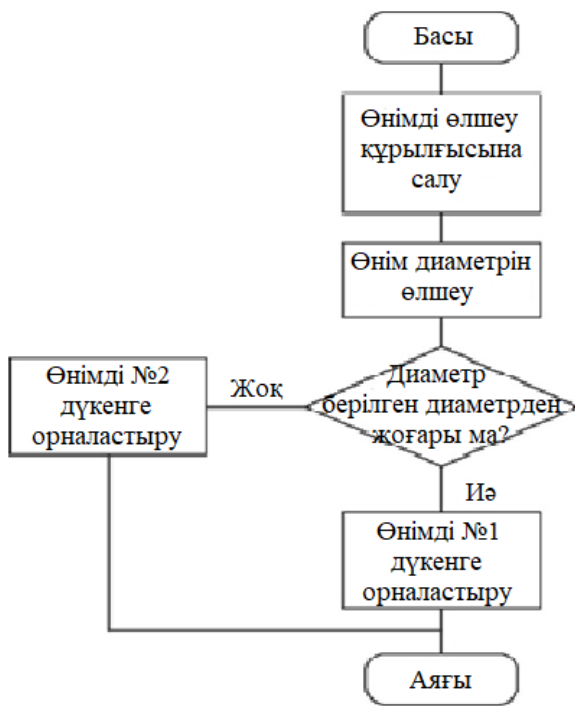
Төмен қарай түсетін сызық алгоритмнің бірінші әрекетіне өтуін білдіреді. Алгоритмнің соңы да дәл осындай таңбамен белгіленеді, онда сызық соңғы символдан жоғарыдан келеді:



Әдетте, әрекеттің атауы жазылатын алгоритмнің кез келген әрекеті тіктөртбұрышпен белгіленеді:



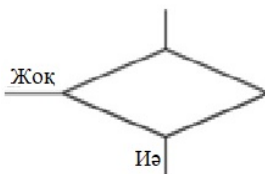
2.1-сурет. «Нанды алу» блок-сызбасы



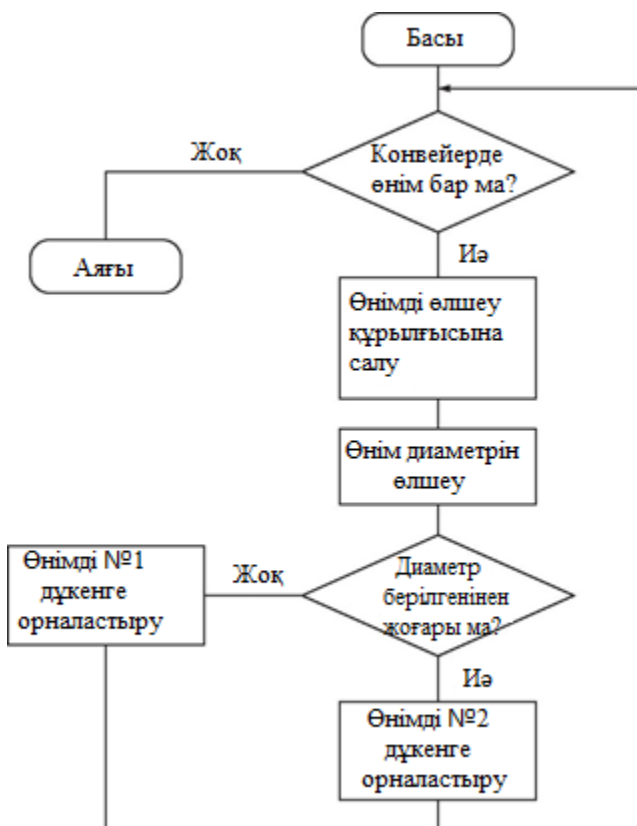
2.2-сурет. Бұйымды сұрыптау алгоритмінің блок-схемасы

Егер алгоритм бірінен кейін бірі ретімен орындалатын бірнеше әрекеттен тұрса, онда олардың барлығы бір тікбұрыштың ішіне жазылады.

Шартты орындауды тексеру мен шарттың орындалғанын немесе орындалмағанына сәйкес келетін алгоритм тармағын таңдау ромбпен беріледі, онда шарттар сұрақ ретінде жазылады. Шарт орындалған жағдайда, қажетті тармаққа өту «Иә» жауабы бағытында орындалады, ал егер шарт орындаламаса «Жок» бағытында болады:

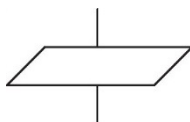


Алгоритмді орындау үшін көбінесе ақпараттарды сан немесе өзге формада енгізу қажет. Алгоритмнің (не оның бөлігінің) нәтижесі ақпаратты түрлі формада шығару болуы мүмкін.

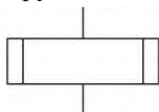


2.3-сурет. Бұйымдарды сұрыптау циклылық алгоритмінің блок-схемасы

Міліметтерді енгізу немесе нәтижесін шығару операциясы келесі түрде белгіленеді:



Көмекші алгоритмді шақыру символының түрі

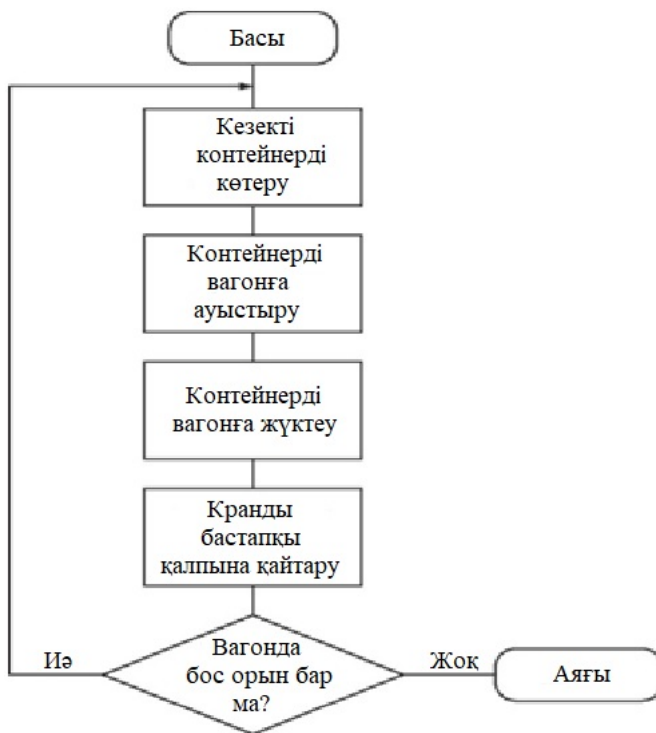


Алгоритмдегі түрлі операцияларды белгілейтін басқа да символдар бар.

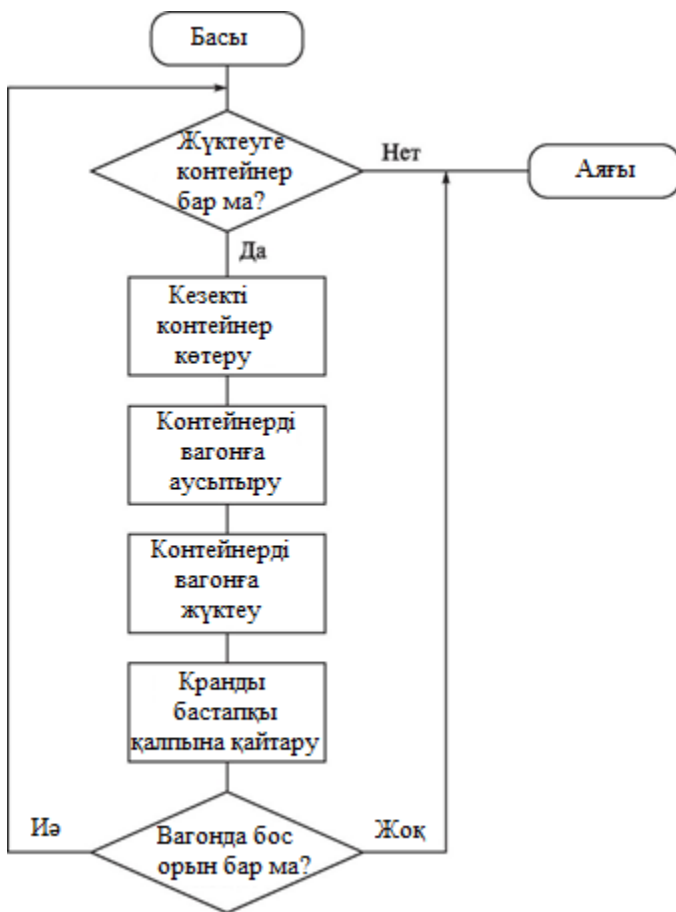
Графикалық символдар әрекеттердің реттілігіне сәйкес, мақсатқа қол жеткізу үшін өзара тік сызықтармен байланысады. Символдан символға өтудің стандартты бағыты - жоғарыдан төмен, солдан оңға қарай. Егер белгілі бір себептермен символдарды бұл тәртіпте орналастыру мүмкін болмаса және кезекті символға өту басқа бағытта жүргізілуі тиіс болса, онда бұл бағытты стрелкамен көрсету керек.

Алдында қарастырылған кейбір алгоритмдердің блок-сызбасын жасайық. Тармақталған екі алгоритмнің блок-сызбасы — «Нанды алу» және бұйымдарды сұрыптау 2.1, 2.2 суреттерінде көрсетілген. Олар алгоритмнің графикалық көрсетілімінің артықшылығын көрнекті түрде көрсетеді – тексерілген шарттардың орындалуы кезіндегі де, орындалмауы кезіндегі де әрекеттердің реттілігі жеңіл бақыланады.

2.3-суретте циклдық алгоритмнің блок-сызбасы берілген, ол бұйымдарды сұрыптау алгоритмінің дамуы болып саналады. Алдыңғы алгоритм конвейрдегі бұйымның бар екендігін тексеретін шарттың оң нәтижесінде қайталанатын циклді білдіреді.



2.4-сурет. Контейнерді тиеу алгоритмінің блок-сызбасы



2.5-сурет. Контейнерді екі шартпен тиеу алгоритмінің блок-сызбасы

Блок-сызбада циклдың шекарасы жақсы көрінеді – ол символдан символға өтудің стандартты бағытына қайшы жоғары қарай кететін сызықпен қамтылған және стрелкамен аяқталады. Циклды орындап болғаннан кейін циклдың бірінші әрекетіне осы сызық бойынша *қайту* жүзеге асады, бұл жағдайда конвейрдегі бұйымның болуы тексеріледі.

Қайту сызығы алгоритмнің сөзік сипаттамасы кезінде циклды төменгі жағынан шектейтін *Цикл соңы* жолын алмастыра алады және ол циклдің жоғарғы шекарасы болып саналатын *Конвейрде бұйым бар ма?* шартына нұсқайды.

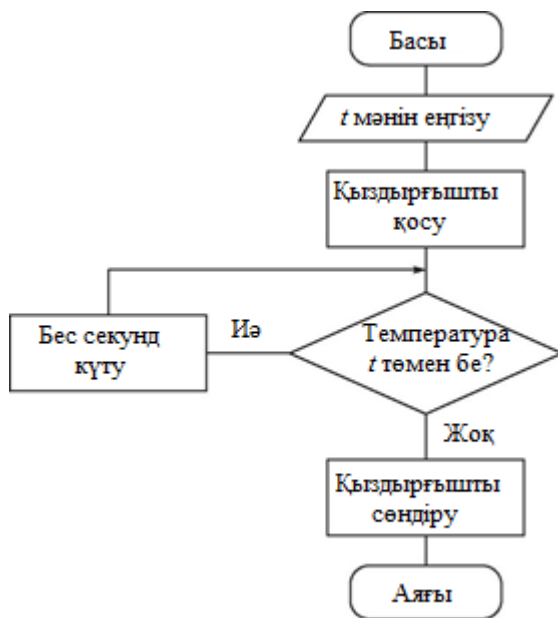


Егер шарт орындалмаса, яғни, конвейрде бұйым болмаған жағдайда, цикл қайталанбайды және алгоритм аяқталады.

Бұл алгоритмде шарттарды тексеру цикл басталмас бұрын жүргізіледі және егерде цикл бірде бір рет орындалмаса, яғни, конвейрде бұйым болмаған жағдайда шартты тексерудің бірден циклдің аяқталуына алып келетін жағдайлардың орын алуы да мүмкін.

2.2.3 бөліміндегі конвейрлерге тиеу циклды алгоритмінің блок-сызбасын қарап көрейік, циклдың қайталану шартын тексеру ол орындалғаннан кейін жүргізіледі (2.4-сурет). *Басы* символының ізінше алгоритмның әрекеті жүреді, сондықтан цикл ылғи да, кемінде бір рет орындалады. Егер контейнерді тиегеннен кейін вагонда бос орындар қалмаса, онда тексеру шарты *Соңы* символына көшеді. Қайту сызығы бұрынғысынша циклды қамтиды және оның төменгі және жоғарғы шекарасын көрсетеді.

Бұл алгоритмнің кеңейтілген нұсқасының блок-сызбасы 2.5-суретте көрсетілген. Онда цикл нұсқауының дейін және кейін орындалуын тексеретін шарттар орналасқан. Мына сурет арқылы алгоритмнің түрлі комбинациялар кезіндегі орындалу барысын бақылаңыздар



2.6-сурет. «*t-ға дейін қызу*» алгоритмінің блок-сызбасы

Көмекші алгоритмдердің блок-сызбасын қарастырып көрелік. Көмекші ретінде пайдаланылатын алгоритмнің бір ерекшелігі бар: онда негізгі алгоритмнен берілген ақпаратты әрекеттер жүргізіледі және сол жерге қажет болған жағдайда көмекші алгоритмнің орындау нәтижесі айтылады. Сондықтан көмекші алгоритмнің блок-сызбасы мәліметтерді енгізу символын құрайды, ал қажет болған жағдайда нәтижесін шығару символы да енеді, бұл негізгі алгоритм мен көмекші алгоритмнің өзара қарым-қатынасын көрсетеді.

2.6-суретте «*t-ға дейін қызу*» алгоритмінің блок-сызбасы көрсетілген. Мәліметтерді енгізу символы негізгі алгоритмнен қызу температурасының  $t$  мәнін алуға нұсқайды. Қызу алгоритмі орындалып болған соң, көмекші алгоритмді шақыру бұйрығынан кейінгі келесі әрекетпен негізгі алгоритмнің орындалуы басталады. Шақыру бұйрығының өзі жоғарыда аранайы символдармен берілген негізгі алгоритмнің блок-сызбасында көрсетілген, оған шақырушы алгоритмнің аты енгізілген.

### 2.3.3. Алгоритмдік тіл

Алгоритмдердің сөздік және графикалық көрсетілімі қарапайым және күрделі алгоритмдердегі әрекеттердің бірізділігін көрнекі түрде бақылауға мүмкіндік береді. Бірақ көрнекілік адам үшін ғана маңызды, ал машина үшін оның маңызы жоқ. Машина алгоритмдерде жазылған әрекеттерді рет-ретімен орындайды, ал оны адам құрастырған.

Мүмкін уақыт өте келе машиналар да ойлануды үйренер және өздері жағдайды сараптап, алгоритмдерді құрастырып, оларды орындап әрі өздері қойған мақсатқа қарай жылжитын болар. Қазіргі кезде ең мықты гроссмейстерлерді жеңген «ақылда машиналар» сіздің тамсану сезіміңізді тудырады. Шын мәнінде ол жәй ғана жылдамырақ және нақтырақ, үлкен мөлшерде және аз уақытта өзіне адам жүктеген ойынның мүмкіндігі мол нұсқаларын сұрыптайды. Сондықтан машинаға қандай да бір әрекетті аяқтатуды мәжбүрлейтін жалғыз тәсіл – оған осы әректіне сәйкес нақты және бірмәнді бұйрық беру. Және машина бұл бұйрықты дұрыс әрі нақты түсінуі керек. Әрекеттердің реті бұйрықтардың ретімен анық көрінуі тиіс, ал машина ойлана алмайтын және түсіне алмайтын болғандықтан, алгоритмнің әр қадамы машина толық түсінетін бұйрыққа сәйкес болуы керек.

Сондықтан алгоритмді орындаушы машина болады деп болжанса, онда құрастырылған алгоритмді машинаның бұйрықты дұрыс түсінуі мен орындау мүмкіндігінің шектеулі екенін ескеретін түрде ұсыну керек. Бұл үшін алгоритмді суреттеудің ерекше тәсілі бар, ол – алгоритмдік тілде жазу.

*Алгоритмдік тіл* — бұл арнайы қызметтік сөздердің және алгоритмдерді жазу тәртібінің жинағы.

Қызметтік сөздер — бұл біздің тіліміздегі қарапайым сөздер, бірақ олардың алгоритмдік тілде жазылуы бірмәндес және бұл сөздерді жазудың басқа ешқандай нұсқаларына жол жоқ. Мысалы, сіз конверттің сыртына мекенжайды жазған кезде «Пенза қаласы» немесе «Пенза қ.» не болмаса «Пенза қал.» деп жаза бересіз. Егер «қала» сөзі алгоритмдік тілдің қызметтік тізімінде болса, онда ол сөзді әрдайым бір түрде ғана жазу керек болады (мысалы, «қала»). Тіпті сөзді қысқартып жазған кездегі нүктенің қойылу-қойылмауын де ақылдасып алу керек.

Алгоритмдік тілде жазылған әрбір алгоритмнің атауының алдына АЛГ қызметтік сөзі қойылады (сөздер бас әріппен, нүктесіз). Алгоритмнің басы мен соңын көрсету үшін БАС және СОҢ қызметтік сөздері қолданылады. Алгоритмнің әрбір қадамы жеке жолға жазылады.

Алгоритмдік тілдегі *сызықтық алгоритмнің* жалпы түрі:

```
АЛГ «<атауы>»  
БАС  
    <1-әрекет>  
    <2-әрекет>
```

СОҢ

Бұрыштық жақшалар ол қатарда тек жақшада көрсетілгендердің жазылуы керек екендігін білдіреді.

Тармақталған алгоритмдерді жазу үшін ЕГЕР, ОНДА, ӘЙТПЕСЕ, БОЛДЫ деген қызметтік сөздер пайдаланылады (тармақтанудың соңы). Тармақтанудың жалпы көрінісі:

```
ЕГЕР <шарт> ОНДА  
    < 1-әрекет>  
ӘЙТПЕСЕ  
    <2-әрекет>  
БОЛДЫ
```

Алгоритмдік тілде 2.2-суреттегі блок-сызбада келтірілген алгоритмді жазамыз.

```
АЛГ «Бұйымдарды сұрыптау алгоритмі»  
БАС
```

```
    Бұйымды өлшегіш құрылғыға қою бұйымның  
    диаметрін өлшеу ЕГЕР диаметр берілгеннен үлкен  
    болса ОНДА бұйымды № 1 дүкенге орналастыру  
    ӘЙТПЕСЕ № 2 дүкенге орналастыру БОЛДЫ СОҢ
```

Кейде тармақталған алгоритмде ӘЙТПЕСЕ жолынан кейін әрекет емес, жаңа шарт орналасады. Онда бұл екінші шарт ЕГЕР жеке жолында емес, ӘЙТПЕСЕ орналасқан қатарда жазылады:

```
    ӘЙТПЕСЕ ЕГЕР<2-шарт>ОНДА  
        <2-әрекет>  
    ӘЙТПЕСЕ  
        <3-әрекет>
```

Соңғы ӘЙТПЕСЕ 2-шартқа жатады, яғни, осы шартты орындауға сай келеді. ӘЙТПЕСЕ ЕГЕР қызметтік сөздерінің үйлесімін ӘЙЕГ қызметтік сөзімен жиі алмастырады.

Циклдік алгоритмдерде ӘЗІРГЕ, ЦИКЛ, ЦИКЛС (цикл соңы) қызметтік сөздері қолданылады. Циклдік алгоритмнің жалпы түрі:

а) алғышартпен —

```
    ӘЗІРГЕ <шарт>  
        <әрекет>  
    ЦИКЛС
```

б) шарт соңымен —

```
    ЦИКЛ  
        <әрекет>  
    ӘЗІРГЕ <шарт>
```

Блок-сызбасы 2.3-суретте келтірілген бұйымдарды сұрыптаудың циклдік алгоритмін жазамыз. Блок-сызбаға қарағанда бұл алгоритм алғышартпен жазылған. Сондықтан циклдің жоғарғы шекарасы *Конвейрде бұйым бар ма?* шарты болады. Әрі қарай цикл әрекеті жүреді, ал ЦИКЛС төменгі шекарасының орналасуы қайту сызығын көрсетеді.

Алгоритмдегі тармақтану циклдің құрамына кіреді және цикл аяқталар кезде бітеді. Циклді құрастыратын әрекет алгоритмін оқу ыңғайлы болуы үшін жазу барысында оңға қарай жылжиды және осылай цикл оңай көрінеді. Тармақталған бөлікті жылжытуға да болады. Алгоритм блок-сызба бойынша жылжу тәртібінде жазылады және ол келесі түрде көрінеді:

```
АЛГ «бұйымдарды сұрыптаудың циклдық алгоритмі»  
БАС
```

```
    ӨЗІР конвейрде бұйым бар  
        бұйымды өлшегіш құрылғыға қою  
        бұйым диаметрін өлшеу  
    ЕГЕР диаметр берілгеннен үлкен болса ОНДА  
        бұйымды № 1 дүкенге  
        орналастыру ӘЙТПЕСЕБұйымды № 2  
        дүкенге орналастыру  
    БОЛДЫ
```

```
    ЦИКЛС
```

```
СОҢ
```

Осы алгоритмдегі әрекеттердің ретін қарастыралық. *Конвейрде бұйым бар* алғышарты бұзылмайынша, бұйым диаметрін өлшеу орындалады және ол № 1 немесе №2 дүкенге орналастырылады. БОЛДЫ қызметтік сөзі тармақталудың аяқталғанын білдіреді, одан кейін алгоритмнің келесі жолына өту керек. Онда циклдың басындағы ӨЗІРГЕ жолына қайта баруды талап ететін ЦИКЛС сөзі орналасқан, яғни, бұдан кейін цикл қайталаанады. Қатардағы ӨЗІРГЕ шарты бұзылғанда, циклдік алгоритмдерді орындау тәртібі бойынша цикл соңы ЦИКЛС белгісінен кейінгі жолға ( біздің жағдайда бұл – СОҢ жолы) өтеді және алгоритмді орындау аяқталады.

Енді алгоритм тіліндегі анағұрлым күрделі алгоритмдерді жазамыз. (2.5 суретіне қараңыз).

Бұл алгоритмде блок-сызбада көрініп тұрғандай алғышарт (*Тиеуге арналған контейнер бар ма?*) та, шартсоңы та бар (*Вагонда бос орын бар ма?*), сондықтан онда ӨЗІРГЕ..ЦИКЛС түріндегі және ЦИКЛ...ӨЗІРГЕ түріндегі жазбалар үйлеседі.

Алгоритмнің алдыңғы жағынан жылжу кезіндегі блок-сызбаның бірінші элементі – шартсоңы символынан келетін қайту сызығы. Шартсоңы бар алгоритмде ол қайталау барысында циклдің жаңаратын орнын көрсетеді. Алгоритмикалық тілде бұл орын ЦИКЛ қызметтік сөзімен белгіленеді.

Әрі қарай алғышарттың ӘЗІРГЕ сөзімен енген графикалық элементтері орналасқан, одан кейін шартсоңына дейінгі әрекеттердің реті жүреді. Шартсоңы да ӘЗІРГЕ қызметтік сөзімен енгізіледі. Егер шарт орындалса, онда шартсоңы бар алгоритмдерде ЦИКЛ жолына қайту керек болады (біздің жағдайда – СОҢ алгоритмін аяқтауға)

Мұның бәрі *Тиеуге арналған контейнер бар* алғышарты бұзылмаған жағдайда ғана болады. Ал бұл шарт бұзылған жағдайда алғышартты алгоритмдері ЦИКЛС цикл соңы нұсқауын басшылыққа алатын жолға өтеді (біздің жағдайда – СОҢ алгоритмін аяқтауға).

Нәтижесінде бұл алгоритм алгоритмдік тілде келесі түрде жазылады:

```
АЛГ «контейнерлерді тиеу алгоритмі»
```

```
БАС
```

```
    ЦИКЛ
```

```
        ӘЗІРГЕ тиеуге арналған контейнер
```

```
        бар кезекті контейнерді көтеру
```

```
        контейнерді вагонға орналастыру
```

```
        контейнерді вагонға тиеу кранды
```

```
        бастапқы қалпына әкелу ӘЗІРГЕ
```

```
        вагонда бос орын бар
```

```
    СОҢ
```

```
    ЦИКЛС
```

```
СОҢ
```

Жазу кезінде жолдардың жылжып кетуі ӘЗІРГЕ..ЦИКЛС немес ЦИКЛ.. ӘЗІРГЕ циклдарының қай жерден басталып, қай жерде аяқталатынын жылдам табуға мүмкіндік береді.

Алгоритмдік тілдегі көмекші алгоритмдердің жазбасын қарайық. Кез келген алгоритм көмекші бола алатындықтан, бұл жазбаларда ешқандай ерекшелік жоқ. Негізгі алгоритмнен мәліметтерді енгізу де, нәтижелерді шығару да (қажет болғанда) көмекші алгоритмдерде қарапайым әрекеттер болып саналады.

Негізгі алгоритмдерде көмекші алгоритмдерді шақыру оның тақырыбын жеңіл көрсетумен жүзеге асады, онда алгоритмдік тілдегі негізгі алгоритмнің жалпы түрі төмендегідей болуы ықтимал:

```
АЛГ «<атауы>»
```

```
БАС
```

<1-әрекет >  
<2-әрекет >  
<1 алгоритмнің қосымша атауы >  
<3-әрекет >  
<2-алгоритмнің қосымша атауы >  
<4-әрекет >  
соң

Жоғарыда көрсетілгендей, алгоритмдерді алгоритмдік тілде жазу команданың ретін көрсету жолындағы дайын этап болып саналады. Ол машина қабылдай алатын, түсінетін және орындай алатын формада болуы керек. Осы мақсаттарға қолданылатын, анағұрлым көп таралған машиналар ЭЕМ. Өздерін электронды-есептегіш машиналармен қабылдануға бағытталған және ЭЕМ жұмысының ерекшеліктерін есепке алған алгоритмдік тілдер *бағдарламалау тілдері* деп аталады..

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Алгоритм анықтамасын қалыптастырыңыз.
2. Машиналардың алгоритмдерді қабылдаудығы ерекшелігі неде?
3. Бағдарламаның анықтамасын беріңіз.
4. Алгоритм түрлерін атаңыз.
5. Сызықтық алгоритм дегеніміз не? Мысал келтіріңіз.
6. Шартты алгоритм дегеніміз не? Мысал келтіріңіз.
7. Циклдік алгоритм дегеніміз не? Мысал келтіріңіз.
8. Көмекші алгоритм дегеніміз не? Мысал келтіріңіз.
9. Алгоритмдерді жазу тәсілдері жайлы айтып беріңіз.
10. Алгоритмдерді жазу үшін пайдаланылатын графикалық символдарды суреттеңіз және түсіндіріңіз.
11. Алгоритмнің блок-сызбасы дегеніміз не?
12. Алгоритмдік тіл анықтамасын қалыптастырыңыз.

# БАҚЫЛАУДЫҢ, БАСҚАРУДЫҢ ЖӘНЕ РЕТТЕУДІҢ АВТОМАТТЫ ЖҮЙЕСІ

Жоғарғы жақта түрлі жағдайлардағы (тұрмыстық, өндірістік) түрлі орындаушылардың әрекеттерін сипаттайтын алгоритмдер қарастырылды. Бірақ бұл алгоритмдердің кез келгенін біз адамдармен берілген бұйрықтар мен нұсқаулардың бірізділігі ретінде қабылдадық, ал алгоритмді орындаушы ретінде көрсетілген абстрактылық машина еститін, түсінетін және нұсқауларды өз қолымен орындайтын адамтекес робот түрінде таныстырылды.

Әрине, алгоритмдердің шынайы бұйрықтары зор дауыспен айтылмайды және оларды орындау үшін машиналарға құлақтың қажеті жоқ. Алгоритмді орындайтын техникалық құрылғылар ақпаратты қабылдау мен орындаудың басқа тәсілдерін пайдаланады және қолмен жұмыс істемейді. Олар өндірісті автоматтандырудың маңызды міндеттері - бақылау, басқару және реттеуді, көптеген алгоритмдерді орындау жолымен шешуге қабілетті жүйеге бірігеді.

## 3.1. НЕГІЗГІ ТҮСІНІК ЖӘНЕ АНЫҚТАМА

### 3.1.1. Процестер

1-тарауда көрсетілгендей, өндірістік өмірдің көптеген түрлерінің ішінен біз тек материалдарды, бұйымдарды және энергияны құрастырумен, жинақтаумен, түрлендірумен және тасымалдаумен байланысты нәрселерді ғана қарастырамыз. Айтылған тапсырмалардың әрқайсысы белгілі реттегі белгілі операцияларды орындауды талап етеді, тек осы жағдайда ғана тапсырма орындалады, яғни, алға қойылған мақсатқа қол жетеді. Бұл ретте *операция* астарынан белгілі жабдықпен, белгілі объектінің астарында, белгілі түрде орындалған әрекетті түсінетін боламыз. Операция түсінігі анағұрлым кең болуы мүмкін немесе анағұрлым тар – ол тәжірибенің



түрлі саладағы орын алған жағдайларға байланысты және тапсырманы шешу кезеңдерінің қаншалықты егжей-тегжейлі жазылғандығына байланысты. Біз операцияның мазмұнына екпін қоямыз – ол процестің құрылымдық бірлігі болып саналады.

*Технологиялық процесс* — мақсатқа қол жеткізуге апаратын операциялар реті.

Бутерброд дайындау, бұйымдарды сұрыптау, контейнерлерді тиеу, резервуарларды толтыру, заттарды белгіленген температураға дейін қыздыру – мұның бәрі технологиялық процестер.

Кәсіпорындарда процестердің тағы да бір тобы бар, олар өндіріспен тікелей байланысты емес, бірақ автоматтандыру көзқарасы бойынша оларды технологиялық процесс ретінде қарастыруға болады. Мысалы, бөлшекті тапсырылған температураға дейін қыздыру – технологиялық процесс, бірақ дәл осы сияқты қалыпты температураны ұстап тұруды өндірістік ғимараттарда қамтамасыз етуге болады. Дискретті атқарушы механизмдердің жағдайын бақылау (ашу-жабу) – технологиялық процестің элементі, бірақ осы қағидамен ғимаратты күзету жүйесін ұйымдастыруға болады (тек өндірісте ғана емес, тұрғын үйлерде де).

Бұл мысалдар шығармашылық тәсіл жасау барысында өндірісті автоматтандыруды оқу кезінде алған білімімізді өміріміздің барлық аймақтарында, сонымен бірге, өндіріске еш қатысы жоқ болса да қолдануға болатындығын көрсетеді.

### 3.1.2. Басқару

Қандай да бір мақсатқа қол жеткізу үшін қабылдауды қажет ететін әрекеттер ретін алдымен құрастырып (ойлап табу), содан соң жазып орындау керек. Әрекеттер ретін құрастырудың нәтижесі - құрастырушының басындағы іс-әрекет жоспары, жазудың нәтижесі – алгоритм, ал орындалу нәтижесі – операциялардың реті (технологиялық процесс).

Егер технологиялық процесті адам орындайтын болса, онда оған алгоритмде қарастырылған әрекеттер ретін қалай орындауды қамтамасыз ету түсінікті. Мысалы, алдын ала жазылған бутерброд дайындау барысында сізде сұрақтардың болуы екіталай. Қандай да бір әрекетті машинамен орындау үшін оның алгоритмді бұйрықтардың реті түрінде түсінуін қамтамасыз ету қажет. Технологиялық процесті жүзеге асыру үшін адамға алгоритм жазбасын сөздік түрінде немесе графикалық формада көру жеткілікті. Машина алгоритм жазбасын көре алмайды.

Тіпті, ол алгоритмдік тілде жазылса да, машинаның оны оқуға қауқары жетпейді.

Сондықтан алгоритмді машинамен орындаған кезде машина мен технологиялық процестің арасында делдал болуы керек, ол машинаға алгоритм бұйрықтарын түсіндіруді қамтамасыз етеді. Машинаның алгоритмге сәкес әрекеттерді орындауы үшін берілген бұйрықты аударара алатын бір аудармашы қажет. Бұл аудармашының орындауға тиіс қызметі *басқару* деп аталады.

*Басқару* — бұл алгоритм тапсырмасына сәйкес объектіге ықпал етуді қалыптастыру.

Ықпал ету жүргізілетін объект *басқару объектісі* деп аталады. Оған тек қана машина емес, адам, кәсіпорын, қоғам сонымен бірге процестер, мысалы технологиялық процесс те жатады.

Басқарушылық ықпалды адам сияқты машина да қалыптастыра алады.

Басқару қызметін атқаратын адамды әртүрлі атауға болады: ақарушы, директор, жетекші және де жүргізуші, ұшқыш, машинист және т.б. автоматтандырылған жүйені басқаратын адамды *оператор* деп атау қалыптасқан. Автоматты жүйеде басқарушы ықпал басқарушы құрылғыны қалыптастырады.

Жүргізуші алға қойған мақсатына қол жеткізу үшін машинасын жол сапарының жоспарына сәйкес жүргізеді, яғни, қажетті қалаға немесе көшеге жету мақсатында. Ол машинаға релі, педалі және т.б. арқылы ықпал етеді. Бұл жағдайда жүргізуші – басқарушы, ал автомобиль – басқару аймағы. Ұшақты жүргізуші пилот та автопилотқа басқару тетігін бергенге дейін басқарушы болып есептеледі. Онда автопилот құрылғына басқарушы болады да ұшақ басқару аймағы болып саналады, яғни, ұшақ толықтай автоматты жүйеге айналады.

Басқару аймағы ретінде пайдаланылатын кез келген машина, әдетте, түрлі әрекеттерді бірінен кейін бірін орындауға қабілетті, сонымен бірге, бір әрекетті бірнеше рет орындай береді. Әрекеттердің (операциялардың) реті – бұл процесс. Сондықтан машинаны басқару мен процесті басқарудың арасында айтарлықтй айырмашылық жоқ.

Технологиялық прцестерді басқару дегеніміз операциялар ретін басқару, яғни, операцияны орындаушы үшін басқару ықпалын қалыптастыру. Жұмыс қолмен атқарылатын цехтарда технологиялық процеспен басқару жұмысшылар жетекшісінің басқаруымен түйістіріледі.

Егер әрекетті машина басқаратын болса, онда процесті басқару алгоритмге сәйкес қажетті реттілікте, қажет әрекеттерді орындау үшін машинаға ықпал жасауды қалыптастыруды көздейді. Бұл ретте машинаға оператор да, басқарушы құрылғы да әсер ете алады.

### 3.1.3. Сигналдар

Жоғарыда айтылып өткендей, басқару – бұл басқару аймағына ықпал етуді қалыптастыру. Бұл ықпалдар нені білдіреді? Жауап басқару аймағы кім немесе не екендігіне байланысты болады.

Егер басқару аймағы адам болса, онда оған алгоритмге сәйкес ықпал ету - оған ауызша не жазбаша түрде берілген тапсырмалардың дұрыс ретте орындалуын білдіреді, яғни, ықпал ету ақпараттық болып саналады. Ал егер басқару аймағы машина болса, онда ықпал қажетті әрекетті орындау түріндегі машинаның жауап реакциясын тудыру болуы керек.

Машинаның астарында адамның орнына түрлі жұмыстарды жасайтын құрылғы айтылып тұр. Бірақ адамға тән екі түрлі жұмыс бар, олар: ой еңбегі және физикалық еңбек. Ой еңбегі ақпараттарды өңдеумен байланысты, ал физикалық – нақты өмір аймақтарына энергетикалық ықпал етумен байланысты. Осыған сәйкес, машиналардың да айырмашылығы болады, біріншісі – ақпаратты өңдеуші *ақпараттық құрылғылыр* және аймақтарды энергетикалық ықпалмен қамтамасыз ететін *атқарушы механизмдер*.

Технологиялық процестер нақты өмірдегі аймақтардың жасалуы мен түрленуімен байланысты. Технологиялық процестер операциясын орындау үшін атқарушы механизмдер энергия жұмсайды, сондықтан да оларды жұмыс істеуге міндеттейтін басқарушы әсерлер де энергетикалық болуы керек.

Мұндай ықпалдан көптеген түрлері бар: электрлік, механикалық, гидравликалық және т.б. бұл ықпалдар түрлі физикалық шамамен сипатталады: электр кереуімен, жылжумен, қысыммен және т.б. Мысалы, басқарушы ықпал атқарушы механизмге қысымның құбыр желісінде жасалған электр тоғын не кернеуін беруді білдіреді.

Кернеу, қысым, жылжу үлкен де, кішкентай да бола береді, түрлі уақыт аралығында әрекет етеді және түрлі бағытта болады, яғни, бұл физикалық шамалар өзгере алады. Осы шамаларды қалыптастырған құрылғының жағдайына байланысты өзгерістер болуы ықтимал, яғни, оларда осы құрылғы туралы ақпарат болуы мүмкін.

Кейбір пайдалы мақсатқа пайдаланылатын ақпараттарды *пайдалы ақпараттар* деп атайды, ал осы ақпаратты мазмұндайтын физикалық шама *сигнал* деп аталады.

Сигнал — бұл өзгермелі физикалық шама, оның мәні пайдалы ақпараттардың тұрады.

Пайдалы ақпарат таратпайтын физикалық шамалар ақпарат теориясында шуға жатады.

Сигналды оны тасымалдаушыдан ажырата білу керек.

Сигналды *тасымалдаушы* дегеніміз энергиясы бар материалдық аймақтар: электр тоғы, сұйықтық ағымы, жарық (электрмагнит өрісі) және т.б.

Сигналдар электрлік, гидравликалық, жарықтық және т.б. болуы мүмкін. іс жүзінде барлық автоматты жүйеде электр сигналдары пайдаланылады.

Сигнал оны тасымалдаушының бір сипаты болып табылады: ток күші, сұйықтық қысымы, жарықтың тығыздығы, ал кейбір жағдайларда – сигналды тасымалдаушының өмір сүру *уақыты*.

Оператормен немесе басқарушы құрылғымен қалыптасқан және атқарушы механизмдерге жеткізілген сигналдарды *басқару сигналдары* немесе *басқарушы сигналдар* деп аталады.

Атқарушы механизмнің қандай әрекеттерді орындау керектігіне байланысты басқарушы сигналдардың екі түрі болуы ықтимал: ұқсас және дискретті (үзік-үзік).

Ұқсас сигналдар орындалып жатқан әрекеттер сансыз көп мәндерді қабылдай алатын сипатқа ие болған жағдайларда пайдаланылады, мысалы: «жабқышты  $41^\circ$  бұру», немесе « $44^\circ$ », немесе « $52,5^\circ$ »; «реостат қозғалтқышын 27 мм ауыстыру», немесе «11 мм-ге», немесе «2,7 мм-ге»; «қозғалтқыш айналымы жиілігін 600 ай/мин ұлғайту» немесе «615 ай/мин. дейін»; «бөшекті  $225^\circ\text{C}$  дейін қыздыру» немесе « $530^\circ\text{C}$ » дейін және т.б. Бұл жағдайда басқарушы ықпал өзгермелі болуы тиіс, өйткені атқарушы механизмнің дәл осындай реакциясын қамтамасыз етуі керек, ал ол сол операцияны және тұтас алгоритмді дұрыс орындау үшін қажет, яғни, басқарушы сигнал әрекеттің сандық сипаты туралы міліметтерді ұстауы тиіс.

Мысалы, атқарушы механизм берілген тапсырмаға қарай дайындаманы 3мм немесе 5,1 мм немесе 8,2 мм.ге орналастыруы тиіс. Басқарушы сигналдың мәнін өзгерте отырып, мысалы, электр кернеуін, біздің қажетті жылжуды қамтамасыз етуге мүмкіндігіміз болуы керек. Басқа мысал: бөлшектің берілген температураға дейін қызуы үшін, біз сәйкес сигнал беру арқылы қажетті температураға жетуі үшін жылытқыш құрылғыға ықпал жасауымыз керек. Ара қашықтық та, температура да әртүрлі бола береді ( әрине, белгілі бір шекте), яғни, оларды беретін басқарушы сигналдар да әртүрлі мәндерге ие бола алады.

Көпшілік физикалық шамалар кез келген мәнді қабылдай алады. Егер олар өзгерсе, онда олардың мәні сәл-сәл үлкендеу немесе сәл-сәл кішірек болуы ықтимал, бұл ретте түрлі мәндерді ажырататын *сәл-сәл* көлемі шексіз. Мұндай шамалар ұқсас шамалар деп аталады. Олар үздіксіз, яғни, олардың мәні секірумен өзгере алмайды.

Сансыз көп мәнге ие бола алатын шамалар *ұқсас* деп аталады.

Сондықтан, кез келген мәнді, яғни, сансыз көп мәндерді иелене алатын басқарушы сигналдар да *ұқсас* болып саналады. Бұл жерде «кез келген мән» түсінігі аса нақты емес, себебі, сигналдар нақты сипаттамасы бар нақты құрылғылармен өндіріледі, мысалы, жеткізу кернеуі секілді шектеулі. Сондықтан да сигнал мәндері белгілі жерлерде ғана *кез келген* бола алады.

Кез келген мәнді (белгілі бір шекте) қабылдай алатын сигналдар *ұқсас* деп аталады..

Ұқсас басқарушы сигнал әсерімен орындалатын әрбір атқарушы механизм жазылған әрекеттерді сигнал мәнімен қаншалықты анықталғандығына қарай орындайды.

Дискретті сигналдар атқарылатын әрекеттердің сандық сипаты жоқ кезде пайдаланылады, яғни, ол бірмәнде ғана орындалуы мүмкін, оны сәл-сәл үлкен, сәл-сәл кіші орындауға болмайды (мысалы: «қақпақшаны жабу», «рычакты тіреуішке дейін жылжыту», «қозғалтқышты қосу» және т.б.). Қақпақшаның тек екі жағдайы ғана болады: ол не ашық не жабық (оны сәл-сәл ашуға болмайды). Сол секілді қозғалтқышты да сәл-сәл қосуға болмайды – ол не қосулы не өшірулі. А құралы көптеген позицияға ие болса да, оның әрқайсысы бірмәнді – оны №7 позицияға сәл-сәл көбірек немесе сәл-сәл азырақ орналастыруға болмайды.

Бұл мысалдарда басқарушы сигналдың ең қарапайым болуы мүмкін, мысалы, атқарушы механизмге электр кернеуін беру түрінде. Кернеу жоқ боса – әрекет те жоқ, кернеу берілсе – әрекет орындалады. Мүмкін кейбір жағдайларда кернеуді бірнеше рет беруге тура келеді (мысалы, № 7 позициядағы құралды орнату үшін жеті кернеу импульсі). Бірақ берілетін кернеу мәні стандартты, тиянақты, ол атқарушы механизмнің паспорттық мәліметтерімен ғана анықталады. Басқару үшін кернеудің мәні емес, оның бар-жоқтығы маңызды, яғни, мұндай басқарушы сигнал бекітілген мәндің біреуіне ғана иелік ете алады: ол не нөл не басқару аймағының сипаттамасымен анықталатын кейбір мәндер. Бекітілген мәндердің көптігімен сипатталатын шамалар бар, мысалы, әрдайым тұтас сандармен көрінетін аймақтардың саны.

Екі не одан да көп бекітілген мәні бар шамалар *дискретті* деп аталады.

Дискретті шамалар өзінің табиғаты бойынша үзік-үзік, себебі бұл шаманың кез келген көрші екі мәні арасында алшақтық болады, ол *дискреттеу қадамы* деп аталады.

Екі не одан да көп бекітілген мәні бар сигналдар да *дискретті* деп аталады.

Бақылау және басқару жүйесінде жоғарыда басқарушы сигнал ретінде қарастырылған тек екі белгіленген мәні бар қосырлы дискретті сандар пайдаланылады.

Ұқсас шамалардың өзін дискретті шама ретінде көрсетуіне жағдай жасауға болады. Мысалы, масса – ұқсас шама. Егер сіз әрқайсысы 1 кг болатын бірнеше қалта сүт сатып алдыңыз делік, бұл жағдайда сіздің сауданың массасы дискретті болады – сіздің қалталарыңыздың саны қанша болса да, олардың жалпы массасы бір ғана бекітілген мәнге ие болады: 2, 3, 4 және т.б. Ұқсас шаманың дискретті шамаға бұлай түрленуі *дискреттеу* деп аталады.

Сонымен, өзгеру сипаты бойынша кез келген физикалық шама не *тұрақты* (егер оның тек бір ғана бекітілген мәні болса), не *дискретті* (егер ол екі не одан да көп шамаға ие болса), не *ұқсас* (егер онда сансыз көп мәндер болған жағдайда) бола алады.

Автоматты жүйеде әрдайым физикалық шамалар мақсаттары бойынша олармен түрлі процестер барысында өзгертін өзге шамалармен салыстыру үшін үлгі-нұсқа ретінде жиі қолданылады.

Біз басқарушы сигналдардың әртүрлі түрлерін қарастырдық. Бірақ сигналдар тек қана басқаруға қажетті ақпараттардан тұрмайды, түрлі техникалық қрылғылар мен операторға берілетін басқа да кез келген ақпараттардан тұрады. Мысалы, түрлі датчиктермен қалыптасқан сигналдар технологиялық параметрлердің мәні, атқарушы механизмдардың жағдайы және т.б. туралы ақпараттарды алып жүреді.

### 3.1.4. Атқарушы механизмдер

*Атқарушы механизм (АтМ)* — бұл алынған басқарушы сигналмен сәйкес келетін аймақтарға ықпал ететін құрылғы.

Атқарушы механизмдердің басқарушы сигналдарды қалай қабылдайтындығын және солармен жазылған әрекеттерді қалай орындайтындығын масал келтіру арқылы қарастырамыз.

2.2.3 бөлімде бұйымды сұрыптау алгоритмі қарастырылған болатын. Циклдің қайталануын ұйымдастыру мен бұйымның диаметрін өлшеуді есепке алмастан, *Бұйымды №1 дүкенге орналастыру* және *Бұйымда №2 дүкенге орналастыру* бұйрықтарын орындауды қарастырып көрелік. Осы әрекеттерді жүзеге асыратын атқарушы механизмге бұйымды конвейрден не бірінші дүкеннің бағытына, не екінші дүкеннің бағытына жылжытатын бір тетіктің керек екендігі анық. Мұндай жағдайда АтМ-ға не бір не басқа бағытқа өтетін электр тоғы түріндегі сигнал беріледі. Электр тоғында энергия болады, соның көмегімен тетіктің жылжуы жүзеге асады. Дүкен номері туралы ақпарат тоқтың бағытынан көрінеді, соған байланысты тетік сол не өзге бағытқа жылжи алады.

Сонымен қатар, 2.2.3 бөлімінде конвейрлерді тиеу алгоритмі қарастырылған. Контейнерді көтеретін, оны вагонға жеткізетін және вагонға тиейтін кранды елестету оңай. Осы әрекеттердің барлығын орындау үшін кранға қандай сигналдар беріледі деген сұрақ туындайды.

Жүкті көтеру мен жылжыту электрқозғалтқыштың көмегімен жүзеге асады делік. Онда сигнал белгілі бір уақыт ішінде қозғалтқышқа берілетін электр кернеуін білдіруі ықтимал.

Бұл уақыт қаншалықты ұзақ болса, кранның жүкті соншалықты биікке көтере алатыны және оны ұзақ қашықтыққа орналастыра алатына белгілі. Бұдан шығатын қорытынды, бұл сигналдағы ақпарат оның ұзақтығымен көрсетілген, яғни, электрқозғалтқышқа кернеу беру ұзақтығымен көрінеді.

*Кезекті контейнерді көтеру* бұйрығын орындау үшін жүкті жеткілікті биіктікке көтеруге қажетті уақыт ішінде кернеу жүкті көтеруші қозғалтқышқа беріледі. Келесі *Контейнерді вагонға орналастыру* бұйрығын орындау үшін контейнер алаңынан вагонға дейін жүкті жылжытуға қажетті уақыт ішінде кернеу жүк салынған кранды жылжытатын қозғалтқышқа беріледі. *Контейнерді вагонға тиеу бұйрығын* орындау үшін кернеу жүкті вагонның еденіне дейін түсіруге қажетті уақыт ішінде жүкті төмен түсіретін қозғалтқышқа береді.

Әрине, бұл жерде алгоритмдердің орындалуы жеңілдетілген түрде көрсетілген, бірақ ол сигналдардың қандай болатындығын және оларға АТМ қалай әсер ететінін түсінуге мүмкіндік береді.

Автоматты жүйеде электрлік АТМ анағұрлым жиі қолданылады. Бірақ, сығымдалған ауа энергиясының көзі ретінде пайдаланылатын механизмдер де бар, олар – *пневможетектер*. *Сужетектерде* қысымның астындағы энергия сұйықтықтары қолданылады. Бұл механизмдер көбінесе құрамалы болып келеді және электр энергиясын да пайдаланады.

### 3.1.5. Датчиктер

2.2.2 бөлімінде бутербродты дайындау алгоритмі қарастырылды. Бұл тармақталған алгоритм және атқарылатын әрекеттер нансалғышта нанның бар-жоқтығына байланысты. Оны қалай тексереміз?

Егер алгоритмді сіз орындайтын болсаңыз, онда сізге нансалғышты ашып қарау жеткілікті. Ол жерде нан бар ма деген ақпаратты сіз көру мүшесі – көз арқылы ала аласыз.

Машинада көз жоқ, сондықтан алгоритмді орындаушы машинаға оған қажетті мәліметтерді хабарлап отыратын құрылғы керек. Бұл жағдайда ол «бар-жоқ» секілді ақпарат болуы тиіс. Бұйымдарды сұрыптау алгоритмін орындау үшін 2.2.3. бөлімінде қарастырылған ұқсас құрылғылар қажет ( ол жерде конвейрде бұйымның бар екенін анықтау керек). Мұндай құрылғы қандай болуы тиіс және ол нансалғышта нанның бар не жоқ екенін немесе конвейрде бөлшектің бар-жоқтығын қалай анықтайды, оны әрі қарай қарастыратын боламыз.

2.2.4 бөлімінде бөлшектің қажетті температураға дейін қызу алгоритмі қарастырылған болатын. Бұл алгоритмде *Егер температура t-дан аз болса, онда...* алгоритмі бар. Бөлшектің температурасын қалай білеміз? Бұл үшін температура жайлы ақпарат алатын және оны әрі қарай алгоритмді орындау барысында пайдалану үшін жіберетін бір құрылғы қажет. Және бұл «бар-жоқ» секілді қарапайым ақпарат емес,



кең диапазонда өзгертін, температураның ағымдағы мәні туралы ақпарат.

Осы мысалдарға қарап, атқарушы механизмдерден басқа алгоритмдерді жүзеге асыру үшін қоршаған әлем аймақтары жайлы ақпарат ала алатын құрылғының қажет екендігі туралы ой түюге болады, соның ішінде, бұл аймақтардың жағдайы мен құрамын сипаттайтын физикалық шаманы қабылдау ( жылжу, температура, ылғалдылық, қысым, электр кернеуі және т.б.). Алынған ақпаратты оны әрі қарайғы әрекет туралы шешім шығару үшін кім қолданса, соған беруі керек, яғни, операторға немесе басқарушы құрылғыға.

Автоматты жүйеде әрдайым электр сигналдары қолданылатындықтан, біз әрі қарай дәл соларды пайдалы ақпараттар тасымалдаушы ретінде қарастыратын боламыз. Сөйтіп, қарастырылып жатқан құрылғылар электр сигналдарын құрастыруы керек, онда қоршаған әлем аймақтарының жағдайы мен құрамы жайлы ақпараттар бар. Бұл қызметті атқаратын құрылғы *датчик* деп аталады.

*Датчиктер* — бұл аймақтардың жағдайы мен құрамын сипаттайтын физикалық шамаларды сигналға жаңартатын құрылғы.

Егер технологиялық процестің автоматтануы жайлы сөз болса, онда датчиктер шығарылған бұйымдардың технологиялық процесін жүзеге асыратын өңделетін құрал-жабдықтардың, материалдардың жағдайы мен құрамы туралы ақпарат алады. Бұл құрамдар мен жағдайлар технологиялық процестің параметрі немесе технологиялық параметрлер деп аталатын түрлі физикалық шамалармен сипатталуы мүмкін.

Аймақтардың құрамы мен жағдайын сипаттайтын физикалық шамалар параметрлер деп аталады.

Жылжу, жылдамдық, температура, қысым, ылғал және т.б. датчиктері бар (4-тарауға қар.). Автоматты құрылғыларда оларды технологиялық параметрлер деп атайды. Параметрлердің ұқсас және дискретті болғаны секілді, датчиктер де ұқсас (температура, жылжу датчиктері) және дискретті (қалып датчиктері, мыс: «қосылды-өшті») болып бөлінеді.

### 3.1.6. Байланыс арналары

Оператор немесе басқарушы құрылғы талап етілген әрекеттер жайлы ақпаратты атқарушы механизмге сигналдардың көмегімен береді,

ал датчиктер сигналдың көмегімен өздерімен байланысты аймақтардың жағдайын хабарлайды. Сигналды беру қалай жүзеге асады?

Электр сигналдарын пайдалану кезінде байланыс каналының астарынан, ереже бойынша, кәдімгі екісымды электр желісін түсінеміз, ол конструктивті түрде жеке сымдардың сыңарынан тұрады, сондай ақ көпсымды кабельдің бөлігі болып табылады.

Соңғы кездері, сонымен бірге, талшықтық оптика мен лазерді пайдаланатын байланыстың оптикалық кабель желілері де кең қолданылуда. Олар үлкен мөлшердегі сигналдарды бір мезгілде беруге мүмкіндік береді, бірақ оптикалық-талшықты кабельдің екі шетіне де арнайы аппаратураны орнатуды талап етеді. Бұл аппаратура да байланыс арнасының бір бөлігі болып саналады.

*Байланыс арнасы* — бұл сигнал беруді қамтамасыз ететін техникалық құрылғылардың жиынтығы.

Әсіресе, егер басқару аймақтары үлкен аумақты алып жатса және оператор немесе басқарушы құрылғыдан маңызды қашықтыққа алыстатылса, онда автоматтандаралған жүйеде байланыс арнасы маңызды рөл ойнайды.

Дәл осы байланыс арналарында сигналдар табиғи кедергілердің (ал кейде жасандылардан) әсерінен бұрмалауға ұшырайды. Сондықтан да сигналдарды жоғары дәлдікпен және бұрмалаусыз беру мүмкіндігі тек қана байланыс арнасын дұрыс таңдағанда және сауатты орындаған кезде мүмкін болады. Мысалы, атқарушы механизмге мықты басқару сигналдарын беретін кабельдердің қасына датчиктен әлсіз ақпараттық сигнал беретін электр кабелдерін тартуға жол жоқ.

Сигналдардың байланыс желісі бойынша өтуі кезінде олардың күші төмендейді, себебі кабельдерде энергияның жоғалуына байланысты сигналдар өшеді. Сигналдардың өшуі – байланыс желілерінің маңызды сипаттарының бірі. Байланыс желісінің тағы басқа маңызды сипаттамасы – өткізгіштік қабілет. Ол аз уақыт ішінде байланыс желісі арқылы қатесіз беруге болатын ақпараттардың максималды санын көрсетеді.

Байланыс сызығы ретіндегі үлкен ұзақтықтағы байланыс арналарының бағасын түсіру үшін өзге мақсаттарға арналған желілерді пайдалануға ұмтылады. Мұндай жағдайда телефон желілері кеңінен пайдаланылады (мысалы, интернетке кіру үшін) тіпті, электр беруші желілерді де пайдаланады. Мұндай желілер өздерінің негізгі қызметімен қатар, 30 дан 500 кГц дейінгі жиіліктегі ақпараттық дабылдарды береді.

Сигналдарды беру бағытының мүмкіндігіне қарай байланыс арналары симплексті (бір бағытта берілетін сигналдар), дуплексті (сигналдар бір мезгілде екі бағытқа беріле береді) және жартылайдуплексті (бағытты ауыстырумен) болып бөлінеді.

### 3.1.7. Автоматты жүйенің түрлері

Автоматты жүйелер үш негізгі түрге бөлінеді:

- автоматты бақылау жүйесі;
- автоматты басқару жүйесі;
- автоматты реттеу жүйесі.

*Автоматты бақылау жүйесі (АБЖ)* автоматты құрастыруды, өңдеуді, сараптауды және технологиялық процестің параметрлері туралы ақпаратты операторға оған ыңғайлы түрде ұсынуды жүзеге асырады.

Бұл жүйенің ерекшелігі оның технологиялық процеске ешқандай ықпал жасамауында болып тұр. Оның міндеті – процестің өтуі жайлы операторға объективті картина ұсыну және технологиялық параметрлер рұқсат етілген шектен шығып кеткен жағдайда оның көңілін өзіне аудару.

Процестің өзінің параметрлерін бақылаумен қатар, бақылау жүйесі технологиялық жабдықтардың параметрлеріне де жиі диагностикалық бақылау жүргізеді.

Технологиялық процестердің және жабдықтардың параметрлерін бақылау нәтижесі, әдетте, тіркеу үшін ЭЕМ-ге түседі, ал параметрлердің белгіленген шектен шығып кеткен жағдайында ЭЕМ-ның экранына шығарылады, ал арнайы жарықты таблоға дыбыстық сигнал түрінде жиі шығарылады.

Мысалы, резервуарларды толтыру алгоритмін жүзеге асыру кезінде (2.2.3 бөлімге қара.) автоматты бақылау жүйесі резервуардағы сұйықтық деңгейін анықтып, оның температурасын, сұйықтық шығынын (егер ол резервуардан басқа мақсатқа алынса) және басқа да параметрлерді операторға хабарлай алады және әр резервуар туралы мәліметті жеке-жеке хабарлайды. Бақылау жүйесі бір мезгілде жабдықтың бұзылмағандағын да тексере алады, мысалы, резервуарды толтыру жүргізілетін құбыр желісіндегі сұйықтықтық бар болуын, оның қысымын, температурасын қадағалай алады.

Егер құбыр желісіндегі немесе резервуардағы сұйықтық деңгейі рұқсат етілген шектен асып кетсе, онда апаттың болуы ықтимал, сондықтан да бақылау жүйесі операторға параметрдің қауіпті шекке жақындағыны туралы ескертеді.

Технологиялық параметрлер жайлы ақпарат негізіндегі *автоматты басқару жүйесі (АБЖ)* технологиялық құрылғыларға технологиялық процестердің тәртібі мен барысын қолдау мақсанында технологиялық жабдықтарға автоматты түрде әсер етуді жүзеге асырады.

Бұл жүйе технологиялық процестердің ағымын қойылған мақсатына қол жеткізу қажеттілігіне қарай қамтамасыз етеді. Дәл осы технологиялық процесс АБЖ жұмысының алгоритмін анықтайды. Егер белгілі бір уақытта, қандай да бір себептермен қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін алгоритмге өзгеріс енгізетін болса, онда бұл өзгеріс басқару жүйесімен жүзеге асырылуы тиіс. Сондықтан, жүйе жеткілікті иілгіш болуы керек және алгоритмнің өзгеруі үшін қандай да бір себептердің пайда болмағандығын қадағалауы қажет. Бұны резервуарлардың жағдайын қадағалаған бақылау жүйесін мысалға алу арқылы қарастырамыз.

Резервуарларды толтырудың негізгі алгоритмі 2.2.3 бөлімінде көрсетілген. Барлық резервуарларды толтырғаннан кейін не болады? Барлық резервуарлардағы сұйықтық деңгейі және басқа да параметрлер берілген мәнге сәйкес болады, яғни, алгоритмде қойылған мақсатқа қол жеткізіледі. Егер сұйықтық резервуардан бұрылып кетсе, онда оның деңгейі өзгереді. Мұны бақылау жүйесі қадағалайды.

Мысалы, бақылау жүйесі №3 резервуардағы сұйықтық мөлшерінің түсіп кеткендігі туралы операторға хабарлады делік. Бұл дегеніміз, №3 резервуардағы сұйықтықты өлшейтін датчиктен сұйықтық деңгейінің төмендегені туралы ақпараттық сигнал түсті дегенді білдіреді. Мұндай жағдайда қандай әрекеттер қабылдануы тиіс? Егер мақсат резервуардарды толық толтыру болса, онда №3 резервуарға шлангыны апару керек, қақпаған ашып, резервуарды толтыру туралы сигналдың пайда болғанын күту керек, одан кейін қақпақты жабу керек. Мұндай әрекеттер алгоритмде бар және олар №3 резервке қолданылғандай орындалуы тиіс.

Осылайша, автоматты басқару жүйесі автоматты бақылау жүйесінен түскен сигналға жауап қайтаруы керек және қалыптасқан жағдайда мақсатқа қол жеткізуге алып келетін алгоритм бөлігін орындауы тиіс. Бақылау жүйесі болмаса, басқару жүйесі жұмыс жасай алмайды, яғни, оның батапқы кезеңде алгоритмді тұтастай орындап, мақсатқа қол жеткізуі мүмкін, бірақ технологиялық процестердің қажетті параметрлерін тұрақты қолдап отыруы үшін ол АБЖ-мен ығни байланысты болуы керек.

*Автоматты реттеу жүйесі (АРЖ)* технологиялық процестің бақыланатын параметрлерінің берілген мәніне автоматты қолдау көрсетеді немесе берілген заң бойынша оның өзгеруін жүзеге асырады.

Бұл жүйені тек бір параметрмен жұмыс жасайтын басқару микрожүйелері мен бақылау микрожүйелерінің жиынтығы ретінде қарауға болады. Мұндай бірігулер көбінесе техникалық жағынан өте жеңіл орындалуы мүмкін, сондықтан да, АРЖ-ның кең таралуына алып келді.

Температураны автоматты реттеу мысалы – электр үтігі. Матаның түріне қарай қажетті температураны қалыптастыратын бұранданы бұрау арқылы, сіз барлық үтіктеу уақытында реттеу жүйесі автоматты түрде сақтайтын температураға қоясыз. Осыған ұқсас жүйе резервуардағы және құбыр желісіндегі сұйықтықтың берілген температурасын сақтау үшін пайдаланылуы ықтимал, бірақ оның өндірістік жағдайлардағы тәжірибеде жүзеге асырылуы шамалы өзгешелеу.

Сұйықтық деңгейін автоматты түрде реттеу жүйесінің мысалы – дәретханадағы шаю бағының толтырылу құрлысы. Бақтағы су деңгейі қалай төмендейді, солай қақпақша ашылып, баққа су толады; қажетті деңгейге қол жеткізілген соң қақпақша жабылады. Осыған ұқсас жүйе резервуардағы және құбыр желісіндегі сұйықтықтың деңгейін реттеу үшін пайдаланылуы ықтимал.

АРЖ-ның ерекшелігі – оның толықтай автоматтығы: технологиялық процесте жүйемен бақыланатын жағдай қалай өрбісе де, параметрде берілген мәні болады немесе ол берілген заң бойынша өзгере алады (соңғы жағдайда жүйе айтардықтай күрделенеді).

Іс жүзінде технологиялық процестерді автоматтандыру кезінде құрамалы автоматты жүйелер пайдаланылады, олар қарастырылған үш жүйе түрін де қамтиды.

## **3.2. АВТОМАТТЫ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІ**

---

### **3.2.1. Бақыланатын параметрлер**

Жоғарыда көрсетілгендей, материалдардың, бұйымдардың және технологиялық процесс жабдықтарының күйі мен қасиетін сипаттайтын физикалық шамалар технологиялық параметрлер деп аталады.

Оларға бұрыштық және сызықтық жылжулар, жылдамдық, күш, деңгей, шығын, ылғалдылық, температура, электрлік кедергі, соның ішінде бұрыштық, тоқ күші, магниттік индукция және т.б. жатады.

Технологиялық процестің қалыпты өтуі үшін әрбір параметр белгілі бір мәнді иемденуі керек, ол *номиналды* деп аталады. Әдетте, кейбір шектегі параметрлер мәнінің тербелісіне жол беріледі, ол кезде параметрдің номиналды мәнінің ауқымы туралы айтады (регламентті шекара). Мысалы, тез бұзылатын азық – түліктердің номиналды температурасының ауқымы 2 ...4 °С құрайды, ол тұрмыстық тоназытқыштың шарттарына сай келеді. Тапсырма диапозонның тек бір шетімен берілуі мүмкін, мысалы, «температура 20°С артық емес» (бұдан төмен кез келген температураға рұқсат дегенді білдіреді)

Параметрдің номиналды диапозон мәндері шегінен шығуы, әдетте, қандай да бір теріс нәтижеге апармайды; жәй ғана ауытқуды жылдам жою шараларын қолдану керек. Мұндай жағдайда бақылау жүйесі операторды ауытқыған параметрді регламент шегіне қайтару үшін технологиялық процеске ықпал жасаудың қажеттілігі туралы ескертеді.

Дегенмен, параметрлердің минималды және максималды мәндері де бар, оларға қол жеткен кезде технологиялық процестің қалыпты тәртібі бұзылады және қойылған мақсатқы қол жеткізу мүмкіндігіне қауіп төнеді, тіпті, апат қаупі туындауы да мүмкін.

Бұл мәндер *шекті* деп аталады. Шекті мәндердің артуына жол берілмейді және ол апаттық жағдай ретінде бағаланады. Оның пайда болуы кезінде бақылау жүйесі жарықтық және дыбыстық дабылды қосады, олар оператордың осы жағдайға араласуға және апатты нәтиженің алдын алуға бағытталған арнайы алгоритмді орындауға шақырады.

Мысал ретінде резервуардығы сұйықтық параметрлерін автоматты бақылау жүйесін қарастырамыз. Резервуарлардың биіктігі 10 м. құрайды делік, ал оларды толтыру деңгейі 8-9 м., ол қалыпты деп есептеледі. Онда «сұйықтық деңгейі» технологиялық параметрі 8ден 9ға дейінгі номиналды диапозонға ие болады, ал шектік мәні – 10 м. Сұйықтық деңгейі 8 м. төмендесе немес 9 м. көтерілсе, сұйықтық деңгейі датчигі бақылау жүйесі үшін дабыл қалыптастырады және операторға сұйықтық деңгейін төмендету не көтеру туралы қажетті шара қолдану жайлы хабарлайды. Егерде сұйықтық деңгейі 10 м. жетсе, жүйе апат дабылын қосады.

Сұйықтық деңгейі ұқсас шама болғандықтан, ол кез келген бола алады, соған сәйкес «сұйықтық деңгейі» бақылау параметрінің мәні де кез келген бола алады (резервуар биіктігі шегінді). Сонымен бірге сұйықтық қысымы мен оның температурасы да кез келген бола алады. Сансыз көп мәндері бар параметрлер, жоғарыда айтылып кеткендей, ұқсас параметрлер деп аталады.

Бірақ бақыланбалы параметрлердің арасында бір не бірнеше мәні бар параметрлер де бар және олар жоғарыда көрсетілгендей, дискретті деп аталады. Мысалы, «қалпақша күйі» параметрі екі мәнді білдіруі мүмкін: «ашу» және «жабу»; «резервуар номері» параметрі тек 1ден 10ға дейінгі тұтас мәнді иелене алады, ал «резервуардың толып кетуі» параметрі тек «иә» немесе «жоқ» мәндеріне ие. Бұл ақпарат сәйкес дискретті датчиктерден түседі..

Сонымен, автоматты бақылау жүйесі төмендегілерді қамтамасыз етеді:

- технологиялық процестердің бақыланбалы дискреттік және ұқсас шамаларының мәні туралы ақпарат жинау;
- бұл ақпараттың параметрлердің наминалды мән диапазоны шегінен шығуы және параметрдің шектік мәнінен артуының сараптамасы;
- параметр мәндері жайлы ақпаратты ЭЕМ бетіндегі операторға немесе өзіне ыңғайлы түрде арнайы таблоға ұсыну (сызба, кесте, диаграмма және т.б. түрінде).

### 3.2.2. Автоматты бақылау жүйесінің алгоритмі

Жоғарыда аталаған қызметтер басқару жүйесінің техникалық құрылғыларымен автоматты түрде оператордың көмегінсіз орындалады. Сондықтан да жүйені басқару үшін арнайы басқарушы құрылғылар пайдаланылады. Осындай құрылғы ретінде аңғұрлым кең тараған ЭЕТ-ны пайдалану нұсқасын қарастырамыз.

Қандай жағдайда да, бақылаушы параметрлердің санына байланысты қолданыстағы ЭЕТ анағұрлым күрделі не анағұрлым жеңіл болуы мүмкін, бірақ ол кез келген жағдайда жүйедегі барлық датчиктерден ақпарат алуды қамтамасыз етуі тиіс (оның сараптамасы, сақталуы және операторға ұсынылуы). Бұл жүйелердің барлығының бір уақытта орындалуы мүмкін емес,

сондықтан да бақылау жүйесін жасау кезінде датчиктерден ақпарат алу кезегі, ақпарат сараптамасының тәсілдері мен оны операторға ұсыну тәртібі және т.б. анықталады (датчиктерден сұрау реті), яғни, басқару жүйесі алгоритмі құрастырылады.

Жоғарыда көрсетілген алгоритм мақсатқа жетуге апаратын әрекеттердің бірізділігін білдіреді, ол барлық технологиялық параметрлердің мәні жайлы ақпарат алумен жасалады. Жалпы алғанда бұл алгоритмнің былай болуы мүмкін: ЭЕМ мен барлық жүйелердің жабдықтарының дайындығы мен жұмысқа қабілеттілігін тексеру, номиналды мәндердің диопазон шегі мен барлық параметрлердің шектік мәнін тексеру керек, одан кейін әрбір датчиктен алынған ақпарат сараптамасымен технологиялық параметрлердің барлық датчиктеріне сауалнама жүргізу керек. Сауалнама мен сараптама қажетті жиілікте бақылау жүйесі жұмысының барлық уақытында қайталана беруі мүмкін.

АБЖ алгоритмінің блок-сызбасы 3.1. суретте көрсетілген.

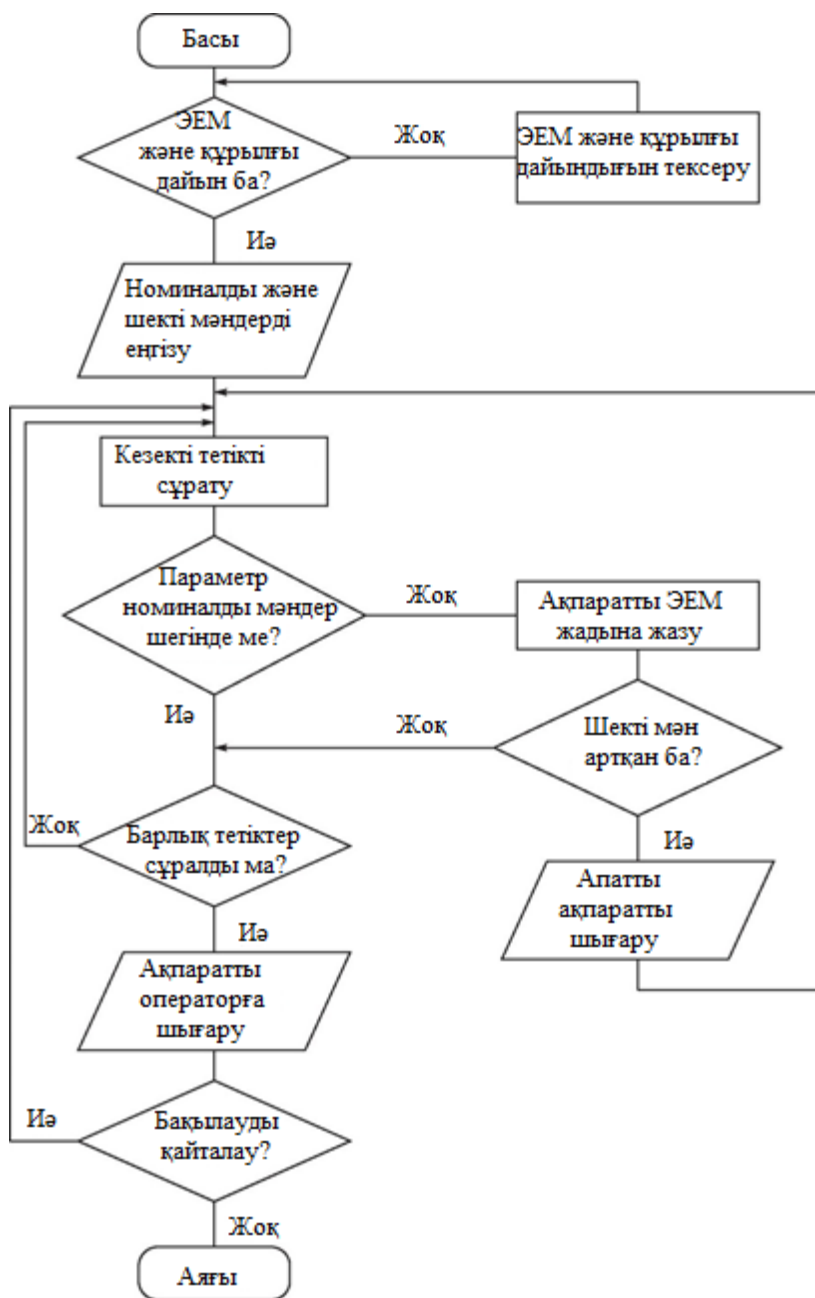
Алдымен ЭЕМ мен жабдықтардың дайындығы тексеріледі. ЭЕМ дайындығын тексеру ЭЕМ өндірушілерімен қарастырылған, сондықтан ол манинаны қосқан кезде автоматты түрде жүреді. Сонымен бір мезгілде ЭЕМ-ге қосылған ішкі құрылғылардың да дайындығы тексеріледі, мысалы, принтер, плоттер және т.б.

Токқа қосылған кездегі жабдықтарды тексеру, бірінші кезекте, технологиялық жабдықтар параметрі мәнінің бастапқы мәні мен атқарушы механизмнің бастапқы күйін тексеруді жоспарлайды. Ол жабдықтардың қалыпты жұмысын және аталған техникалық процестің қалыпты өтуін қамтамасыз ету үшін негізгі болып саналатын датчиктердің параметріне сауалнама жүргізу арқылы жасалады. Бұл кезеңдегі датчиктердің сауалнамасының техникалық процесс барысындағы датчиктерді әрі қарай да сұраудан еш айырмашылығы жоқ, тек қана ол анағұрлым жиі жүргізіледі. Жабдықтардың жұмысқа қабілеттілігін тексеру жиілігі жабдықтың және технологиялық процестің күрделілігіне байланысты жабдық жұмысы кезіндегі мүмкін болатын бұзылудың маңыздылығына қарай таңдалады.

ЭЕМ мен жабдық дайын болған кезде технологиялық процестің шектік мәні мен регламенттік шекара қойылады, одан кейін осы параметрлердің датчиктерінің сауалнамасы басталады. Егер бақыланушы параметр регламентті шекара шегінде болса, яғни, оның жағдайы жақсы болса, онда *«Барлық датчиктер сұралды ма?»* шарты тексеріледі. *«Жоқ»* деген жауап кезінде жүйе кезекті параметрді бақылауға көшеді; *«Иә»* жауабы бақылау процесінің аяқталғанын көрсетеді.

Бақылаудың нәтижесі туралы ақпарат операторға ЭЕМ дисплейінде технологиялық процесс барысын білдіретін хабарлама түрінде, сонымен бірге кесте, сызба, диаграмма немесе мнемосызба ретінде көрінеді.





3.1-сурет. АБЖ алгоритмінің блок-сызбасы

Бұл ретте, ережеге сәйкес, ақпарат операторға тиісті түспен беріледі. Егер параметр регламентті шекарада орналасса, онда оның мәні диаграмма мен мнемосызбада жасыл түсте көрінеді; егер номиналды мән диапазоны шегінен тыс болса, онда сары түспен; егер параметр шекті мәннен асып кетсе, онда қызыл түспен беріледі.

Егер бақылау процесінде қандай да бір параметрдің номиналды мән диапазонынан тыс екендігі анықталса, онда бұл туралы хабарлама ЭЕМ жадына сақталады: датчиктің нөмірі немесе шифрі, өту уақыты, параметрдің нақты мәні және оның нормадан ауытқуы көрсетіледі. Одан кейін «Шектік мән асырылды ма?» шарты тексеріледі. Оң жауап болған жағдайда оператор дисплейінде апаттық жағдай туралы хабарлама беріледі, оны экранның арнайы терезесіне орналастырады (ережеге сәйкес қызыл фонда) және басқа да хабарландыру түрінде қайталанылуы мүмкін. Егер шектік мән артпаса, онда жүйе келесі датчиктің сауалнамасына көшеді, параметрдің диапазон шегінен шыққандығы туралы ақпарат барлық датчиктер сұралып болған соң операторға хабарланады, бұл жайлы жоғарыда айтылған.

Барлық датчиктерді сұрап болған соң, техникалық параметрлердің бақылау процесі аяқталуы мүмкін немесе бірнеше уақыттан соң не бірден қайталануы да мүмкін.

Ұқсас алгоритм бойынша техникалық жабдықтардың күйін автоматты диагностикалау жүйесі жұмыс жасайды. Диагностика жабдықтың жұмысқа дайындығын тексеруге қатты ұқсайды, бірақ оның мақсаты тек қана технологиялық процесті бастау мүмкіндігін анықтау емес, жабдықтардың жақын болашақтағы жұмыс жасау қабілетін болжау да.

Жабдықтардың түрлі нүктелерінде орналастырылған датчиктер ЭЕМ-ға тозу кезінде немесе сыртқы әсердің салдарынан өзгеретін параметрлер туралы ақпаратты береді. ЭЕМ бұл параметрлердің өзгерісін қадағалайды, жабдық жұмысындағы жол беруге болмайтын ауытқулардың болу мүмкіндігінің уақытын есептейді және бұл жайлы операторға хабарлайды.

### **3.2.3. Бақылау параметрлерінің техникалық құралы**

АБЖ технологиялық параметрлерінің техникалық бақылау құралы – бұл технологиялық параметрлер мәнін анықтауға мүмкіндік беретін және оны ЭЕМ-ге сараптауға және операторға ұсынуға беретін техникалық құрылғылар жиынтығы.

Технологиялық параметрлер туралы ақпарат датчиктерден келіп түседі. Өндірісте қолданылатын көптеген датчиктер дабылдарды электр кернеуі, ток, кедергі түрінде қалыптастырады, сондықтан да көпшілік бақылау жүйесіндегі техникалық құралдар нақ осы электр дабылдарын өңдеуге арналған.

3.1.3 бөлімшесінде ұқсас және дискретті сигналдар арасындағы айырмашылық қаралған. Бұл дабылдарда түрлі ақпараттар бар және олардың өңделуі әртүрлі өтеді, сондықтан да қандай да бір дабылды өңдеу құралдарын жеке қарастырамыз.

**Ұқсас дабылдарды өңдеудің техникалық құралдары.** Техникалық құралдарды бес топқа бөлуге болады, олар әрі қарай датчиктен ЭЕМ-ге дейінгі жолда дабылдардың шығу ретімен берілген.

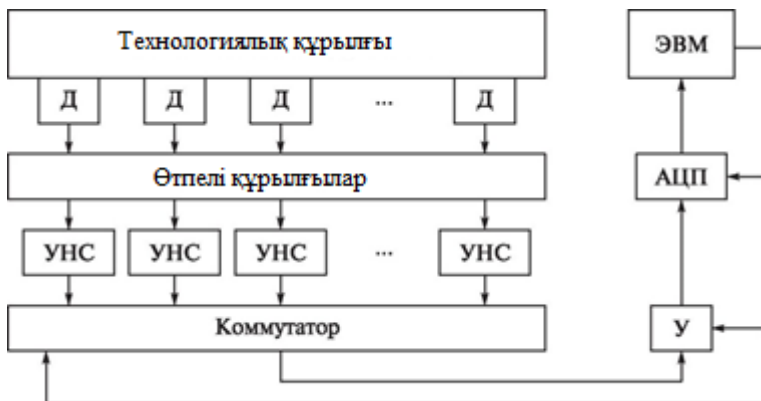
1. Өтпелі құрылғы (ӨҚ). Олар датчиктен бақылау жүйесі аспаптарына дабыл береді. Ережеге сәйкес, датчиктер тікелей технологиялық жабдықта орналасады, ал бақылау жүйесі, әдетте, оператор қайда болса, сонда орналасады. Олар бақылау жүйесі аппаратурасына датчиктерден дабыл береді. Екеуінің арасындағы ара қашықтық жүз, тіпті, мың метрге жетуі мүмкін.

2. Бұл қашықтыққа электр дабылдарын беру үшін ұстатқыш қалыптармен, кабельді жалғағышпен және басқа да ұқсас элементтермен бірге арнайы байланыстырушы сымдар мен кабельдерді жүргізеді және өтпелі құрылғы тобын құрастырады.

3. Дабылдарды қалыптандыру құрылғысы (ДҚК). Бұл құрылғылар дабылдарды қалыпты жағдайға келтіру үшін қажет. Сымдар мен кабельдерден жүздеген метр өткен электр дабылдары ішкі электрмагниттік аландар мен байланыстырушы желілердің түрлі теріс әсері кесірінен тозудан қашып құтыла алмайды. Қалыптандыру құрылғысы дабылдарды тегістеу мен сүзгілеуді, деңгейді жылжытуды, тоқты кернеуге түрлендіруді, желілендіруді және де олардың әрі қарай өңделуін айтарлықтай ыңғайлы ететін дабылдардың басқаша түрленуін қамтамасыз етеді.

4. Коммутаторлар (К). Бұл электронды немесе электромеханикалық ауыстырып қосқыш ол түрлі датчиктерден өлшегіш құрылғыларға және басқа да құрылғыларға кезек кезек дабыл беруге мүмкіндік береді. Коммутаторлар датчиктер мөлшері көп болған кезде де барлық параметрлердің жиынтық уақыты өте көп болмас үшін жылдам жұмыс жасауы тиіс.

5. Күшейткіштер (К). Датчикке түсетін көптеген дабылдар өте төмен деңгейдегі электр кернеуін білдіреді – вольттың жүз тіпті, мыңдаған үлесі. Мұндай кішкентай кернеуді



3.2-сурет. АБЖ ұқсас сигналдарын өңдеудің техникалық құралдарының құрылымы: Д — датчик

өлшеу қиын, әсіресе, параметр мәнін үлкен нақтылықта білу қажет болған жағдайда.

Жаңаша өлшеу құралдары кернеуді жоғары дәлдікте өлшеуді қамтамасыз етеді, кернеуді - 0,1 В-дан бірнеше вольтқа дейінгі диапазонда, ал тоқты - 0,1 мА-дан бірнеше милиамперге дейін өлшей алады. Айтарлықтай төмен деңгейдегі дабылдардың мәні осы диапазонға жетуі үшін күшейтілуі тиіс. Бұл қызметті күшейтудің қажетті коэффициенті бар әртүрлі типтегі күшейткіштер орындайды. Әдетте, күшейткіштердің саны датчиктердің санынан анағұрлым аз болады және датчиктен шығатын дабылдар күшейткішке коммутатор арқылы кезек-кезек беріледі.

6. Ұқсас-сандық түрлендіргіштер (ҰСТ). ЭЕМ техникалық құралдардың дабылдар өтетін тізбегінің соңғы нүктесі болып табылады. Бірақ олар сандарға сүйенеді және ақпаратты тек сандық түрде қабылдайды. Әдетте бұл нөлден және бірліктен тұратын екітаңбалы сан, яғни, олар екітаңбалы сандық кодты білдіреді. ЭЕМ датчиктердің ұқсас дабылдарын өңдей алуы үшін бұл дабылдар сандық кодқа айналуы керек, бұл процесті ұқсас-сандық түрлендіргіштер атқарады.

ҰСТ, күшейткіш және коммутатор жұмысын синхрондау дабылының көмегімен ЭЕМ жүзеге асырады.

АБЖ ұқсас дабылдарын өңдеудің техникалық құрылымы 3.2. суретінде көрсетілген.

## **Дискретті дабылдарды өңдейтін техникалық құралдыр.**

Техникалық құралдарды үш топқа бөлуге болады, олар да әрі қарай ЭЕМ –ға берілетін дабылдардың пайда болу тәртібі ретінде көрсетілген.

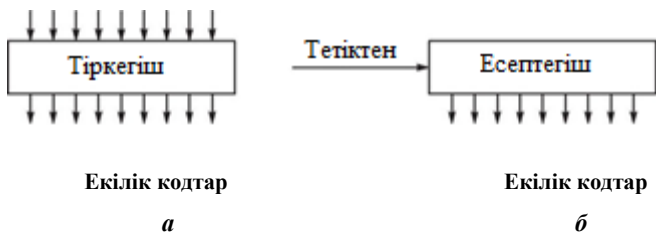
1. Өтпелі қондырғы. Олар ұқсас дабылдарды өңдеу кезіндегідей тапсырмаларды орындайды.

2. Дабылдарды қалыптандыру құрылғысы. Олардың қызметі ұқсас дабылдарды өңдейтін ұқсас құрылғылардан өзгеше. Дискретті датчиктерден түсетін дискретті дабылдар дабылдың ақпараттық параметрі мәнінің екеуінің біреуін иеленеді, яғни, электр кернеуін: оның мәні не төмен болады ( жекелеген жағдайларда нөл), немесе жоғары (әдетте, бұл 5 В кернеу). Дабылдың төменгі деңгейі деп логикалық нөлге (0) тең сәйкестікте есептейді, ал жоғарысын – логикалық бірге (1) сәйкестікте есептейді. Мысалы қандай да бір датчиктің 0 дабылы осы электр тізбегіндегі датчикпен байланысты контактілердің тұйықталған күйі жайлы ақпаратты алып жүруі ықтимал, ал сол датчиктегі 1 дабылы осы тізбектегі контактілердің ашық екенін білдіреді. Немесе 0 дабылы датчиктен қалпақша ашық болғанда түседі, ал 1 дабылы – қалпақша жабық болған кезде және т.б.

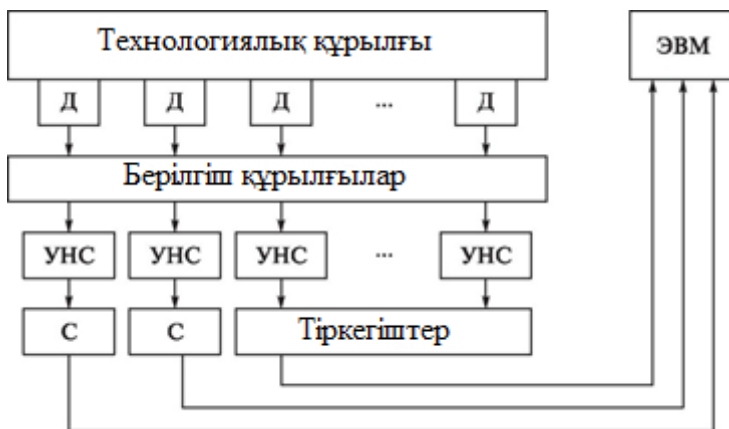
Дабылды кабель арқылы беру процесінде олар түрлі сыртқы әсердің ықпалымен тозып кетуі мүмкін және дабыл деңгейінде Оден 5В-ға дейін айырмашылық болуы ықтимал, бірақ бұл тозулар 0 және 1 дабылдарының логикалық мәніне күман келтіретіндей айтарлықтай үлкен емес. Сондықтан да дискретті дабылда қалыптандыру құрылғысы дегеніміз – бұл дабыл мәнін кейбір шектік деңгейімен салыстыратын шектік құрылғы. Олардың міндеті – 0 және 1 дабылдарын дәл ажырату. Олар егер кіріс кернеуі кейбір шектен жоғары болғанда (мысалы 4В) 1 шығыс дабылын қалыптастырады (мысалы 5В түріндегі кернеу) және егер кіріс кернеуі берілген шектен төмен болса ( мысалы, 1В), 0 дабылын қалыптастырады (ДҚК шығысындағы кернеу нөлге тең).

ДҚК шығыстарынан түскен дабылдар стандартты болып саналады және сондықтан да, дискретті дабылдар әрі қарай өңдеуге түсетін (тіркелімдер мен есептегіштермен) құрылғылармен сәйкес.

3. Тіркелімдер мен есептегіштер. Дискретті дабылдарды өңдейтін техникалық құралдардың негізгі міндеті екілік дискретті таңбаларды тіркеу ( «қосылды-өшті», «бар-жоқ», «ашық-жабық» түріндегі) және жекелеген оқиғалардың көп рет қайталануын санау (конвейрде датчиктің қасынан өтіп кеткен бөлшектердің саны; баржаның трюміне тиелген контейнерлер саны). Әрі қарай бұл ақпарат еске сақтау үшін, есептеу үшін, оператордың қорытынды шығаруы үшін ЭЕМ-ге жіберіледі.



3.3-сурет. Тіркелімнің графикалық мәні (а) және есептегіштің (б)



3.4-сурет. АБЖ дискретті дабылдарын өңдейтін техникалық құралдардың құрылымы:  
 Е — есептегіш

ЭЕМ-де ақпарат берудің анағұрлым табиғи формасы – екілік түріндегі кодтар, яғни, бір мен нөлдің бірізділігі. Сондықтан да дискретті дабылдарды өңдеу құралдары түскен дабылдардан екілік кодты қалыптастыратындай етіп құрастырылған. Бұл құрылғы үшін, тіркелетін дара дискретті дабылдар дискретті датчиктердің тұтас топтарынан параллель дабылдар алатын *тіркелімде* бірігеді. Екілік код түрінде тіркелген дабылдар жиынтығы тіркелімнен ЭЕМ-ге беріледі (3.3,а сурет)

Жекелеген жағдайлардың қайталануын *есептегіштер* жүргізеді, олар ЭЕМ-ге өткізуге ыңғайлы екілік сан түріндегі импульстардың көлемінің есебі нәтижесін білдіреді (3.3, б суреті).

АБЖ дискретті дабылдарын өңдеудің техникалық құралдарының мүмкін болатын құрылымы 3.4. суретінде ұсынылған.

Жоғарыда қарастырылып кеткендей, техникалық құралдарды үйлестіру әртүрлі технологиялық процестер үшін түрлі сипаттағы автоматтандырылған бақылау жүйесін жасайды.

### **3.3. АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮИЕСІ**

---

#### **3.3.1. Автоматты басқару жүйесінің алгоритмі**

Кез келген технологиялық процесс алға қойылған мақсатқа қол жеткізуге жетелейтін алгоритмге сәйкес жасалады, мысалы, қажетті азыққа, бұйымға немесе басқа да жоспарланған нәтижеге қол жеткізу. Нанды пісіру де, ұшақты басқару да, қарандаштарды дайындау да, автомобиль қозғалтқыштарын өндіру де – бұл процестердің барлығы да түрлі механизмдермен орындалатын операциялар ретін білдіреді, соның ішінде алгоритмге сәйкес, автоматты операция.

Сондықтан кез келген технологиялық процесте операциялардың реті алдын ала белгілі болғандықтан, алгоритмге нақты сай келетін атқарушы механизмге басқарушылық ықпалды қалыптастыратын басқару құрылғысын әрдайым жасауға болады. Технологиялық процестерді басқарудың мұндай тәсілдері пайдаланылады, бірақ оны тек ең қарапайым процестерге қолдануға болады.

Шынайы жағдайларды түрлі себептерге байланысты құрылғылар мен процестердің параметрінің алгоритмде қарастырылған мінсіздіктен басқа да ауытқуы болады. Бұл ауытқулар технологиялық процесс барысының жол берілмейтін қателігіне алып келеді және нәтижесінде жарамсыз бұйымдарды шығару мен негативті салдарға жеткізеді. Сондықтан да параметрлерді қадағалап отыру керек, ол үшін, әдетте, АБЖ қолданылады.

Автоматты бақылау жүйесі технологиялық процестер мен құрылғылардың барлық параметрлерінің толық ақпаратын жүргізеді, соның ішінде, параметр мәнінің номиналдықтан ауытқы жайлы да ақпарат бар. Бірақ та ауытқу орын алды және бақылау жүйесімен тіркелді, онда әрі қарай не істеуге болады? Автоматтандырылған басқару жүйесінде бұл туралы шешімді оператор шығарады, ал автоматты жүйеде шешімді басқарушы құрылғы қабылдауы тиіс. Ол параметрлер жайлы ақпарат сараптамасы нәтижесінде параметрді номиналды мәнге қайтаратын атқарушы механизм туралы түзетуші басқару дабылын қалыптастырады.

Атқарушы механизм жұмысының нәтижесі бола алатындар, мысалы, өңдеуші құралды жылжыту, жылытқышты белгілі бір уақытқа қосу, қосымша күш қалыптастыру және т.б.

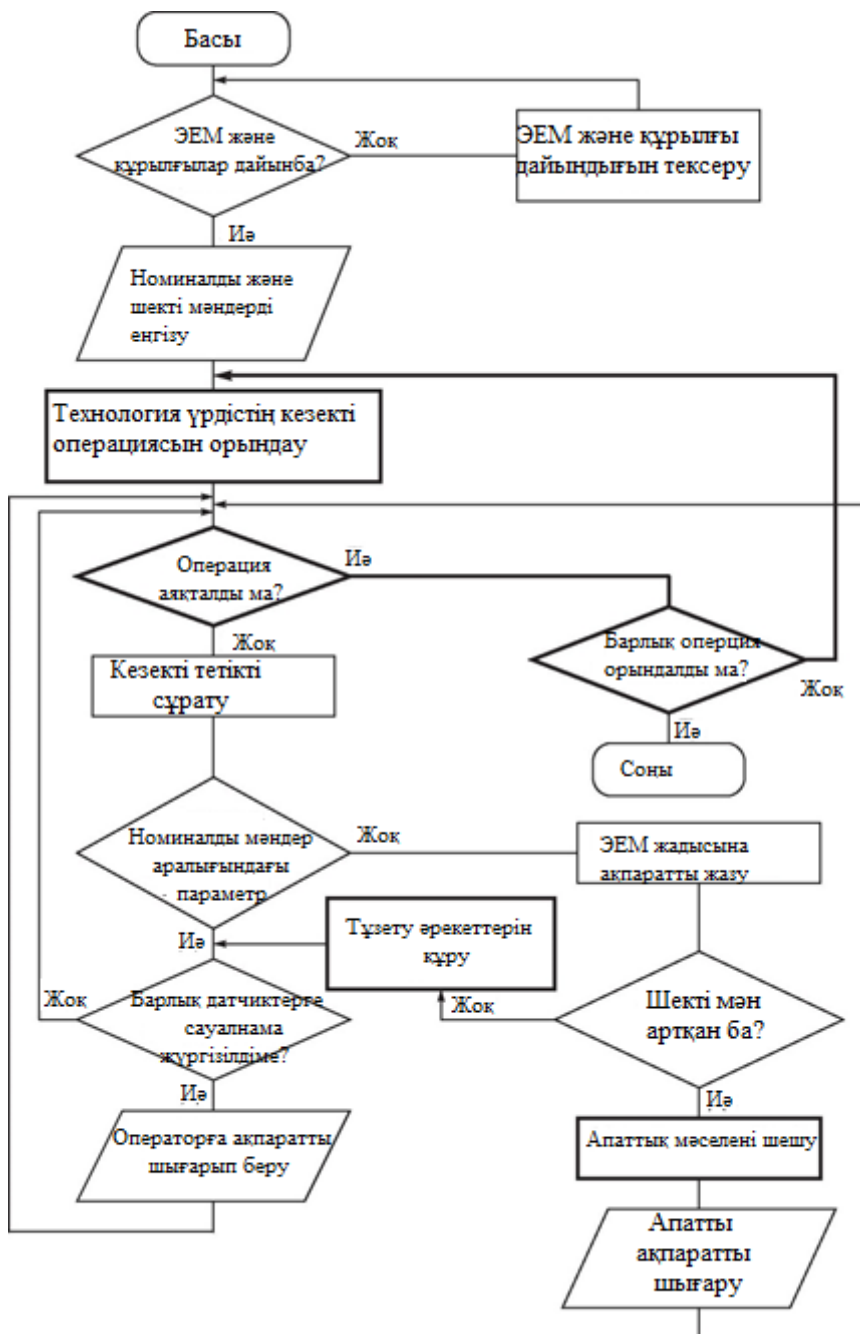
Егер бақылау жүйесі параметрдің шектік мәннен асқандығы туралы және апаттық жағдайдың туындағандығы жайлы хабарлама берсе, онда басқарушы құрылғы апатты деп аталатын тапсырманы шешеді. Мұндай жағдайлар үшін арнайы алгоритмдер құрастырылған, оларды бақылау жүйесі орны толмас салдардан қашу үшін максималды жылдамдықта орындауы тиіс. Апаттық алгоритм тек қана ауытқыған параметрге тікелей әсер ететін атқарушы механизмге ықпал жасауды қарастырмайды, сонымен бірге әрі қарайғы процестің апатты дамуын болғызбайтын және алдын алатын басқа да ықпалдарды қалыптастырады.

Біз бақылау жүйесінен келген ақпаратқа басқару жүйесінің әсерін қарастырамыз. Дегенмен, басқару жүйесінің негізгі міндеті технологиялық процесті жүргізу және ол қалыптастырған атқарушы процестің ықпалы, бірінші кезекте, осы процестің алгоритмімен анықталады, ал паралель түрде басқа да параметрлерді бақылау жүргізіледі.

Бұл тапсырмаларды паралель орындау мүмкін болады, өйткені технологиялық процестің кез келген операциясы әрдайым белгілі бір уақытқа жалғасады, яғни, бір датчик сауалнамасынан әлдеқайда көбірек уақытқа. Бір операцияны орындау уақыты кезінде көптеген параметрлер жайлы ақпаратты жинауға болады және олардың қайсыбірінің нормадан ауытқуы кезінде сәйкес атқарушы механизмдерге басқарушы дабыл беру керек. Технологиялық процестің ағымдағы операциясы аяқталған кезде, басқарушы құрылғының алгоритмінің процесіне сәйкес келесі операцияның басталуы жайлы дабыл қалыптастырылады, ол кезде датчиктердің келесі тобына сауалнама жүргізіледі.

Бақылау жүйесі автоматты басқару жүйесінің маңызды бір бөлігі болғандықтан, АБЖ алгоритмі жоғарыда қарастырылған АБЖ базасында жасалады. АБЖ алгоритмінің блок-сызбасы 3.5. суретте көрсетілген. Ол жерде тікелей басқаруды технологиялық процестің барысы ретінде қамтамасыз ететін элементтер ерекшеленген. Басқару жүйесі технологиялық процесті жүргізетін болғандықтан, АБЖ жұмысы уақыты да осы процесс ұзақтығына тең. Датчиктерге сұрау жүргізу технологиялық операциялардың орындалуынан жылдам болады, және ТП алгоритмін орындау барысында барлық датчиктерді сұрау көп рет жүргізілуі мүмкін.





3.5-сурет. АБЖ алгоритмінің блок-сызбасы

Әрбір сауалнаманың нәтижесі туралы ақпаратты оператор шығарады, одан кейін жаңа сауалнама циклі басталады. Сондақтан да барлық датчиктерді сұрап болғаннан кейін аяқталып, оператордан келесі бұйрықты күтіп тұратын АБЖ (автом. бақылау жүйесі) алгоритмінен айырмашылығы, АБЖ (автом. басқару жүйесі) алгоритмі соңғы технологиялық операция орындалғаннан кейін ғана аяқталады.

### 3.3.2. Бақарудың технологиялық құралы

Реттеуші параметрлерге сәйкес технологиялық процесс операциясын орындайтын құрылғыға басқарушы ықпалдарды ұқсас және дискретті беп екіге бөлуге болады. Атқарушы механизмге ұқсас әсер етуді, егер қажет болған жағдайда, мысалы, бұранданы 56% ашу және платформаны 12 ° бұру кезінде қолданады. Дискретті әсер ету жекелеген әрекеттерді орындауға ғана мүмкіндік береді, мысалы, насосты қосу және қалпақшаны жабу.

Құрылғыға ұқсас және дискретті ықпал етуді жүзеге асыратын атқарушы механизмдер әртүрлі және ұқсас әсерлерді жүзеге асыруға арналған технологиялық құралдардың жалпы жиынтығы дискретті ықпалды жүзеге асыруға қарағанда басқаша.

**Ұқсас ықпалдарды қалыптастырушы техникалық құралдар.** Оларды алты топқа бөлуге болады, төменгі жақта олар ЭЕМ дабылынан шығу тәртібінде ұсынылған (3.6-сурет).

1. Ұқсас сандық түрлендіргіштер (ҰСТ). Олардың қызметі – ЭЕМ-нен түсетін және ұқсас атқарушы механизмдерді басқаруға қажетті басқарушы ықпал жайлы ақпаратты ұқсас дабылдарға жеткізетін (әдетте, электр кернеуінде) екілік сандарды түрлендіру. Әдетте бір ҰСТ бірнеше механизмді басқаруға пайдаланылады және олар кезек-кезек қызмет алады.

2. Коммутаторлар. Бұл ҰСТ-дан басқа түрлі атқарушы механизмдеріне дабыл беруді қамтамасыз ететін электронды және электромеханикалық ауыстырып қосқыштар.

3. Сақтау құрылғысы (СҚ). Бұл атқарушы механизмдердің барлық жұмыс атқару кезеңінде ҰСТ-дан атқарушы механизмге түсетін басқарушы дабылдар мәнін сақтайтын ұқсас құрылғылар.

Атқарушы механизм – баяу құрылғы (ЭЕМ-мен, ҰСТ-мен және басқа да электронды құрылғылармен салыстырғанда). Бірақ басқарушы дабылмен жазылған әрекеттерді орындау үшін



3.6-сурет. АБЖ ұқсас әсерлерін қалыптастырушы техникалық құралдарының құрылымы

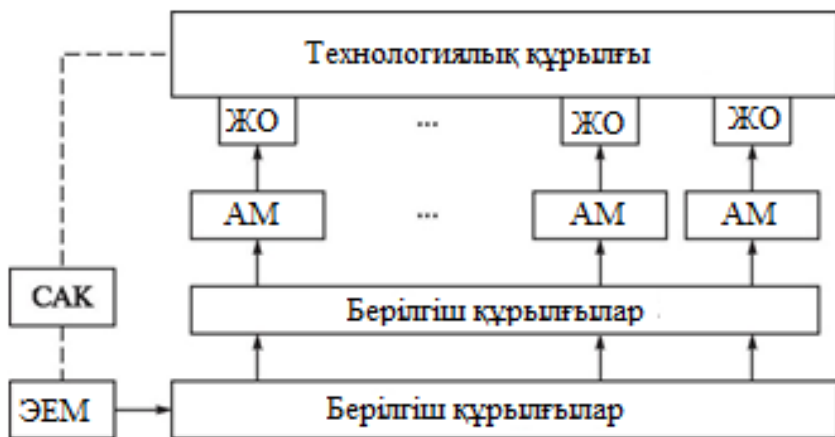
бұл дабыл әрекетті орындау уақытының барлық кезінде АТМ-ға берілуі тиіс. Егер ҰСТ немесе ЭЕМ атқарушы механизмнің аяқталуын күтетін болса және бұдан кейін ғана келесі атқарушы механизмге қызмет көрсетуге көше, онда бұл бүкіл жүйенің және технологиялық процестің барысын баяулатады.

Сондықтан да ҰСТ аталған атқарушы механизмге дабылды қалыптастырып, оны коммутатор арқылы қажетті сақтаушы құрылғыға береді және ЭЕМ-ға түскен келесі екілік санды түрлендіруге көшеді, яғни, басқарушы дабылды басқа атқарушы механизм үшін қалыптастырады.

4. Өтпелі құрылғы. Олардың қызметі – технологиялық жабдықта немесе оған жақын орналасқан атқарушы механизмге дейін басқарушы дабылды жеткізу.

Басқарушы дабылдар жеткілікті түрде мықты, сондықтан, біріншіден, оларды бақылау жүйесіндегі кедергілерден жете сақтау қажет емес, ал екінші жағынан, мықты дабылы бар экрандалған кабельдер жақын маңда салынған бақылау жүйесіндегі ақпараттық дабылдар тізбегіне олардың әсерін айтарлықтай төмендетеді.

5. Атқарушы механизмдер (АТМ). Олар басқарушы дабылға сай жұмыс мүшелеріне ықпал жасайды. Мысалы, электрқозғалтқышты атқарушы механизм



3.7-сурет. АБЖ дискретті әрекеттерін қалыптастырудың техникалық құрылысының құрылымы

кескіш құралы бар күймешені басқарушы дабылдың қозғалтқышқа әсері уақытына байланысты қашықтыққа жылжытады.

6. Жұмыс органдары (ЖҰ), сонымен бірге, реттеуші органдар деп аталады. Олар технологиялық процеске тікелей әсер етеді. Сондықтан, күймешені 20 см.ға жылжыту 20 мм. ұзындықтағы бөлікте дайындықтың жоғары қабаты құралымен өңдеуге алып келеді; 5% жабыңқы жапқыш газ шығынын 5 % төмендетуге алып келеді. Дискретті ықпалдарды қалыптастырудың техникалық құралы.

Оларды төрт топқа бөлуге болады (3.7-сурет).

1. Шығыс регистрі (ШР). Олар екілік санды код түрінде ЭЕМ-мен өңделетін дискретті басқару дабылын есте сақтау үшін және дискретті атқарушы механизмдермен басқару үшін пайдаланылады.

2. Өтпелі құрылғылар (ӨҚ). Олар туралы жоғары да айтылған. Мықты дискретті дабылдар қатты импульсті кедергілердің көзі болып саналады, сондықтан олармен бірге болатын кабельдер өте ұқыпты экрандалуы тиіс.

3. Атқарушы механизмдер (АТМ). Бұл жұмыс күйі тұтас санмен көрінетін дискретті элементтер (көп жағдайда 2): электронды, және электромагнитті реле, қадамдық қозғалтқаштар, пневможетек және сужетек.

4. Дискретті әрекеттің жұмысшы (реттеуші) органдары. Олар технологиялық процеске дискретті ықпал жасайды, бірақ параметр процесінің қандай да бір мәнін реттумен емес, жабдық жұмысының тәртібін орнату арқылы әсер етеді.

## 3.4 АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ ЖҮЙЕСІ

---

### 3.4.1. Реттеу қағидалары

АРЖ-ның АБЖ (авт.бақ.жүйесі) мен АБЖ-дан (авт.бас.жүйесі) айрықша ерекшелігі оның тек бір ғана технологиялық процеспен және осы параметрге ықпал ететін бір ғана атқарушы механизмге сәйкес жұмыс жасауында.

АРЖ-ның міндеті – реттелуші параметрдің тұрақты мәнін не болмаса берілген заң бойынша оның өзгеруін қолдау.

Автоматты реттеу жүйесінің жұмысы реттеудің екі негізгі қағидасына негізделген:

1) реттелуші параметрдің берілген мән мен заңдылығынан ауытқуы бойынша;

2) техникалық процеске ішкі қоздырғыш күштің өтемі бойынша.

Алғашқы жағдайда автоматтақ жүйе параметрдің мәнін қадағалауы тиіс және оның берілген мәннен ауытқуы жағдайында атқарушы механизмге параметрдің қалыпты жағдайға оралуын қамтамасыз ететін басқарушылық ықпал тудыруы керек.

Параметр мәнінің қандай болуы керектігін жүйе қайдан біледі? Тиісті акпарттарды жүйеге ендіру үшін задатчик деп аталатын құрылғы пайдаланылады. Ол реттеуші параметрдің мәні берілген мәнге тең болған кездегі датчиктен түсетін дабылға ұқсас дабылды құрастырады. Егер параметрде ауытқу болмаса, онда екі дабыл да бірдей болады және реттеу жүйесі тепе-тең қалыпты сақтайды. Технологиялық процеске қоздырғыш әсермен пайда болған параметрдің берілген мәнінен ауытқуы кезінде арнайы салыстыру құрылғысы дабылдар арасындағы айырмашылықты анықтайды, оны күшейтеді, екілік кодқа айналдырады да атқарушы механизмге басшылық ықпал жасауды өндіретін ЭЕМ-ге өткізеді.

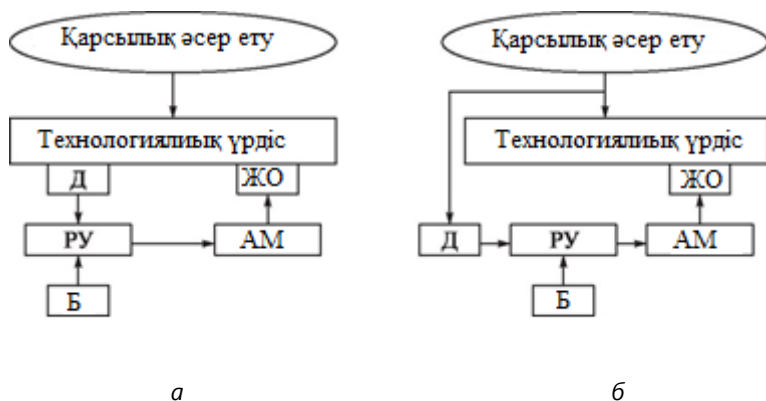
Ереже бойынша, микропроцестерді салыстыру, күшейту, ұқсассандық түрлендіргіштер мен ЭЕМ құрылғыларының жиынтығын реттегіш құрылғылар (РҚ) деп атауға болады (3.8-сурет).

Атқарушы механизм, берілген мәнің ауытқу параметрі азаймас үшін, технологиялық процеске әсер ететін жұмыс органын басқарады. Реттелуші параметрдің нақты мәні қайтадан берілген мәнге тең болмайынша, ықпал ету процесі жалғаса береді. Егер параметрдің берілген мәні уақыт өте келе өзгермесе (және задатчиктен түскен дабыл да), онда жүйе *тұрақтандырушы* деп аталады.

Егер задатчикмен қалыптасқан дабыл қандай да бір заң бойынша өзгеріске түссе, онда реттек жүйесі параметр датчигінен шыққан дабылдың параметрдің өзгеру заңы бойынша өзгеруін қадағалайды. Задатчик берген заң бойынша параметрдің өзгеруі тиіс. Задатчикпен қалыптасқан мұндай дабылдың екі түрлі нұсқасы болуы мүмкін: алдын ала дайындалған бағдарламаға сәйкес уақыт озған сайын параметрлердің өзгеруі (мұндай жағдайда АРЖ-ны *бағдарламалық реттеу* жүйесі дейді) немесе задатчик қадағалайтын басқа кез келген параметрдің өзгеруіне байланысты (бұл жағдайда АРЖ-ны *бақылаушы* дейді). Қандай жағдайда да жүйенің әрекеті параметрдің датчик белгілеген мәннен ауытқуын жоюға бағытталады (тұрақты немесе өзгеріп отыратын).

3.8, а суретінде АРЖ техникалық құралдарының құрылымы параметрдің ауытқуы бойынша көрсетілген.

Ауытқу бойынша реттеудің құндылығы реттеуші параметрдің әрдайым автоматты жүйенің бақылауында болуында. Бірақ кемшілігі де бар – реттеу процесі берілген шама параметрі енді ғана пайда болған кезде емес, салыстыру құрылғысының сезімталдық шегіне жеткен кезде ғана басталады. Мысалы, ғимаратта ауытқу бойынша температураны автоматты реттеу жүйесі орнатылған. Онда сыртқы әсер пайда болғанға дейін температура 20 °С тең болады. Температура датчигі ғимараттың ортасында орналасқан.



3.8-сурет. Ауытқу бойынша АРЖ-ның техникалық құралдарының құрылымы (а) және ашулану бойынша (б):  
З — задатчик

Біреу далада  $-20^{\circ}\text{C}$  температурада терезені ашты. Ашылған терезе температурасы бірден төмендейді, бірақ бөлменің ортасында температура өзгерген жоқ, себебі реттегіш әзірге әсер етпеді. Тек бөлменің жартысы ғана салқындаған кезде датчиктің маңайындағы температура төмендейді, сол кезде реттегіш іске қосылады.

Ауытқу кезіндегі реттеудің бұл кемшілігі қоздырғыш әрекеттерді өтеу бойынша реттеу жүйесінде жоқ. Мұндай жүйенің техникалық құралдары құрылымы 3.8, б суретінде көрсетілген.

Оның алдыңғы жүйеден айырмашылығы датчиктің технологиялық процестің параметріне емес, сыртқы қоздырғышқа әсер етуінде. Әдетте, қоздырғыш әсерлердің технологиялық параметрлерге әсері біршама іркіліспен көрінеді, ол қоздырғыш әсері астындағы параметрдің өзінің мәнін ауыстырғанға дейін, жұмыс органына реттегіш әсерді шығаруға мүмкіндік береді.

Ғимараттағы температураны реттеу кезінде, қоздырғыш әрекеттердің өтемақысы жолымен жүруге болады. Терезені ашқаннан кейін жүйе терезенің қаншалықты ашық екендігін, терезенің көлемі қандай, терезенің арғы жағындағы температура қандай және т.б. ақпараттар алады. Алынған ақпараттар негізінде ол жылытқышқа басқарушы ықпал жасап шығарады және оны реттелуші параметр (бөлме ортасындағы температура) өз мәнін өзгерткенге дейін жасайды.

Бұл жылдамдық реттеудің осы қағидасының жетістігі болып табылады, дегенмен, реттелуші параметрдің өзінің тікелей бақылауының жоқтығы – оның кемшілігі.

Реттеудің екі қағидасын бір мезгілде пайдаланатын құрамалы АРЖ анағұрлым жетілдірілген. Бұл ретте екі қағиданың да жетістіктері сақталады және олардың кемшіліктері төмендейді.

АБЖ-ның ерекше түрі – бейімді реттеу жүйесі. Олар процестің тиімділік көрсеткіші анықталуы мүмкін технологиялық процестердің оптималды тәртібін қолдау үшін пайдаланылады. Егер бұл көрсеткіш жүйемен есепке алынатын параметрлерге тәуелді болса, онда тиімділіктің максималды мәніне қол жеткізуге мүмкіндік пайда болады. Бейімдеу жүйесі жеке-жеке есептеу мүмкін емес әсерлердің жиынтығына қарай басқарушы процестерді автоматты түрде түзейді. (шикізат сапасының өзгеруі, құбыр желісі қабырғасындағы түзілімдер және т.б.).

Бейімдеу АРЖ келесі түрде жұмыс істейді: ЭЕМ басқару алгоритміндегі параметрлерді шағын шамаға өзгертуді және параметрлердің жаңа мәніндегі тиімділік көрсеткішін анықтайды.

Егер көрсеткіш өссе, онда ЭЕМ сол бағыттағы параметрлерін тағы да өзгертеді және тағы да тиімділік көрсеткішін анықтайды. Максималды тиімділікке қол жеткізгенге дейін осылай қайталана береді. Осындай түзетулерді жиі-жиі жасап тұру технологиялық процесс пен технологиялық құрылғылардың жұмысының оптималды тәртібін қамтамасыз етеді.

### 3.4.2. Автоматты реттеу жүйесінің тұрақтылығы

Кез келген автоматты реттеу жүйесі максималды дәлдіктегі (яғни, берілген мәннен кішкене ауытқығын) реттелуші параметрге қолдау көрсетуі керек.

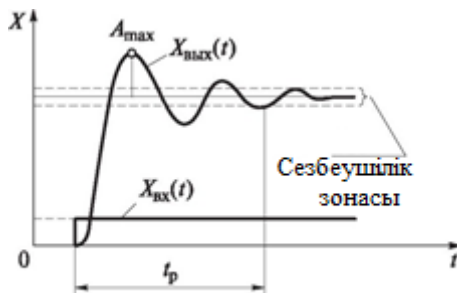
Бұған, әдетте, салыстыру құрылғысының сезгіштігінің жоғарылауы нәтижесінде қол жеткізіледі. Бірақ сезгіштіктің шамадан тыс жоғарылауы жүйенің тұрақтылығының жоғалуына және тербелістің пайда болуына алып келуі мүмкін.

Егер ұшақтың ұшу биіктігін реттейтін жүйеде сезгіштік тым жоғары болса, онда ұшақтың берілген (жерде кездесетін шөптің шөмелесі) биіктіктен елеусіз ғана ауытқуының өзінде рөл органдарына олардың ауытқуын үлкен бұрышқа шақыратын үлкен дабыл түсетіні анық. Ұшақта айрықша инерция бар, яғни, ол дабылды сезінуді жалғасырады және дабыл тоқтаса да, тіпті, өзінің белгісін кері өзгертсе де ұшу биіктігін өзгертеді. Нәтижесінде бұл тербелу биіктігінің ауытқу шегіне және тұрақтылықтың жоғалуына алып келеді.

*Тұрақтылық* — жүйенің бұл қабілеті тепе-теңдіктің бұзылуын тудыратын ықпалдар тоқтағаннан кейін, өз бетінше тепе-теңдік қалпына қайта оралады.

Қоздырғыш әрекеттерден кейін (немесе әсер ету тоқтаған соң жүйенің бұрынғы қалпына оралуы) жүйенің жаңа күйге өту процесі *өтпелі процесс* деп аталады. Өтпелі процестегі жүйенің тәртібі оның тұрақтылығын көрсетеді. Егер өте аз әсер кезінде жүйеде үдемелі ауытқу шегінде тербеліс байқалса, онда мұндай жүйе тұрақсыз деп саналады. Тербеліс болмайтын немесе пайда болған тербеліс оны тепе-теңдік қалыпқа келтіретін процесс кезінде жойылса, онда ол тұрақты жүйе деп саналады. Тұрақтылықтың дәл шегінде жүйеде үздіксіз шағын амплитудалары бар басылмаған ауытқулардың пайда болуы мүмкін.





3.9-сурет. Автоматты реттеу жүйесіндегі өтпелі процесс

Реттеу сапасы екі көрсеткіш арқылы бағаланады:  $A_{\text{тах}}$  реттеуші параметрінің өтпелі процесс кезінде қажетті мәннен сәл ауытқуымен және  $t_p$  реттеу уақытымен (өтпелі процесс ұзақтығымен) (3.9-сурет). Реттеу уақыты ашуландыратын ықпалдың  $X_M(t)$  жүйеге кіру кезінен бастап есептеледі, ондағы  $X_{\text{вых}}(\wedge)$  реттелуші параметрі қажетті мәннен өте аз көлемде ажыратылады (сезімсіздік аймағы деп аталатын).

### 3.4.3. АРЖ топтарының сипаттамалары

Автоматты реттеу жүйесі жекелеген элементтер мен техникалық құралдардың жиынтығы, олар: датчиктер, күшейткіштер, түрлендіргіштер, есте сақтаушы құрылғылар, атқарушы механизмдер мен жұмысшы органдары. Автоматикада бұлардың әрқайсысын *топ* деп атайды және оларды кіріс реакциясына әсері тұрғысынан қарастырады.

Реакцияның әртүрлі болуы ықтимал. Мысалы, сызықтық тәртіпте жұмыс жасайтын электронды күшейткіштің кірісіндегі дабылдың өзгеруі оның шығысында дабылдың пропорциялық өзгеруіне алып келеді, сәйкесінше, бұл электронды күшейткіш *пропорционалды* топ деп аталады.

Атқарушы механизмнің кірісіндегі дабылының өзгеруі, мысалы, электр қозғалтқышының, айналу жиілігінің жаңа мәнге дейін бірқалыпты өзгеруіне алып келеді. Қозғалтқыштың инерциялық қасиеті осылай пайда болады, сондықтан да бұл электр қозғалтқыш инерциялық *топ* деп аталады.

Бұл ретте топтардың физикалық табиғаты қандай немесе конструктивті орындалуының қандай екендігінің мәні жоқ, бастысы – топтың кірісіндегі  $X_{\text{вх}}(t)$  ықпалы кезінде  $X_{\text{вых}}(t)$  шығыс шамасының қалай өзгергендігі.

Шығыс шамасының кіріс шамасына қатысын *өткізетін қызмет* деп атайды, ал топтың кірісіндегі тікбұрышты форманың дабылы барысында уақыт бойынша шығыс көлемінің өзгеру сипаты топтың *өтпелі сипаттамасы* деп аталады

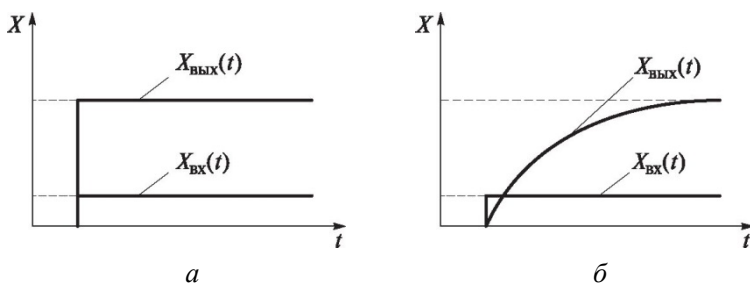
Егер өтпелі сипаттама белгілі болса, онда топтың кез келген кіріс ықпалдарына реакциясын анықтауға және жүйенің беталысын болжауға болады.

Автоматты реттеу жүйелерінде бес түрлі топты ажыратады:

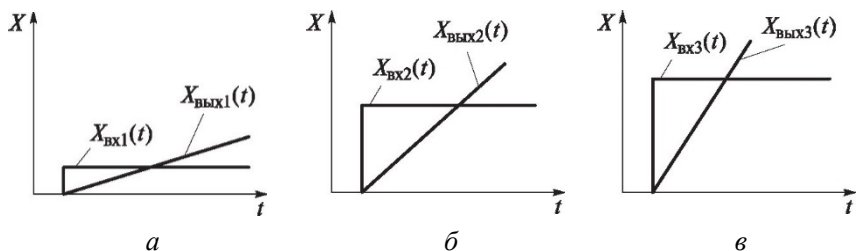
- пропорционалды;
- инерциялы;
- интеграциялау;
- саралау;
- тербелгіш.

*Пропорционалды* топта шығыс шамасы кіріс шамасын кешікпей және бұрмаламай қайталайды (3.10, а суреті). Пропорционалды топтарға мысал ретінде екі кедергіден тұратын кернеу бөлгішті келтіруге болады ( әр кедергідегі кернеу бөлгішке берген кернеуді айнытпай қайталайды, бірақ одан аз мәнде); рычаг (рычактың бір шетіне жылжуы оның екінші шетіне жылжу масштабын қайталайды).

Инерциялық топтағы кіріс шамасының секірмелі өзгерісінде шығыс шамасы экспоненциалды заң бойынша жаңадан орналастырылған мәнге талпынады (3.10, б суреті). Бұл заң



3.10-сурет. Пропорционалды топтардың (а) және инерциялық топтардың (б) өтпелі сипаттамасы



3.11-сурет. Интеграциялаушы топтардағы кіріс шамасының түрлі мәндеріндегі өтпелі сипаттамалар(а ...в)

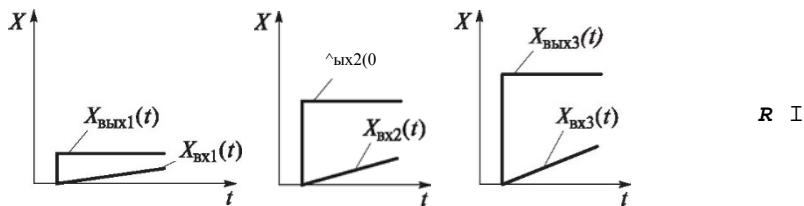
топ реакциясының сыртқы ықпалға кідірісіне алып келетін топтың инерциялығын білдіреді.

Шынайы топтарда инерциялылық сол топта үлкен массаның болуымен шарттасады. Мысалы, қозғалтқыш роторының инерциялы сәті неғұрлым көп болса, ол өзіне кіріс әсері есебінде берілген жеткізу кернеуімен кернеу көзі белгіленген айналыс жиілігіне дейін соғұрлым ұзақ әрі қатты екпінмен жүреді. Конденсатордың сыйымдылығы қаншалықты үлкен болса, ол түсірілген кернеудің шамасына дейін соғұрлым ұзақ қуаттала алады.

*Интеграциялаушы* топта шығыс шамасы кіріс шамасының интегралына шамалас. Тұрақты шама интегралы біртегіс ұлғаятын немесе кішірейетін шаманы білдіретіндігі белгілі және кіріс шамасы қаншалықты көп болса, шығыс шамасының өзгеруі де соншалықты көп болады (3.11-сурет).

Егер кіріс шамасы тұрақты бір мәннен екіншісіне жылдам өзгерсе, онда шығыс шамасы өседі немесе кіріс шамасы мәнінің өзгеруіне байланысты көлбеулену бұрышымен бірге біртегіс кемиді (мысалы, электр тізбегіндегі конденсатордың кернеуі интегралға шамалас өзгереді, ол кіріс ықпалдары ретінде қарастырылады).

*Саралаушы* топта шығыс шамасы кіріс шамасынан туынды шамамен (дифференциалға) мөлшерлес. Уақыт ағымында өзгерген кез келген шаманың туындысы оның жылдамдығымен тең. (3.12, а сурет). Кіріс дабылының өзгеру жылдамдығы неғұрлым көп болса, шығыс шамасының мәні де соғұрлым көп. Егер кіріс шамасы сатылы түрде өзгерсе, онда шығыс дабылының мәні теориялық түрде шексіз болады. Шындығында кіріс дабылының жылдамдығын да, шығыс дабылының максималды мәнін де шектейтін түрлі себептер бар.

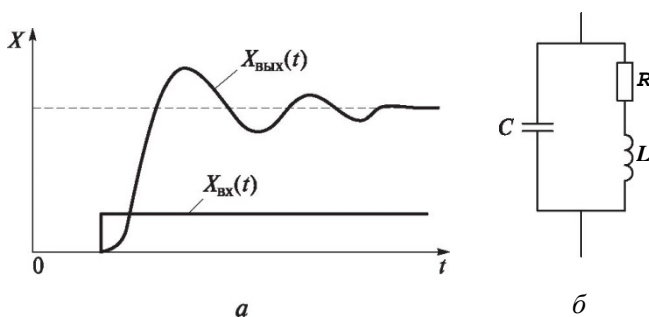


3.12-сурет. Дифференциялаушы топ: **а** — өтпелі сипаттама ; **б** — ЯС-тізбек

Сараптаушы топ мысалы ретінде ЛС-тізбегін келтірсек болады(3.12 б сурет), ол резистор мен конденсатордан тұрады және қысқа импульстерді алу үшін электроникада кеңінен пайдаланылады.

Тербелгіш топта секіртпелі әсерлер кірісте жаңадан орнатылған мәнге қатысты шығыс шамаларының тербелуіне алып келеді. 3.13, **а** суретінде шығыс көлемінің баяу өсуінің бастапқы аймағының болуымен ерекшеленетін шынайы өтпелі сипаттама көрсетілген, ол шынайы объектілердің шарасыз инерциялығымен байланысты. Егер тербеліс басылса, онда топ тұрақты деп табылады.

Мысал ретінде автомобильдің серіппелі амортизаторын алуға болады: шанаққа жүк тиеген кезде, шанақ жүкпен бірге отырады және тұрақты қалыпқа келмес бұрын бірнеше тербеліс жасайды. Топтың инерциялылығы жүкті шанаққа тиген кезде алғашында инерцияға байланысты жүк тиелген шанақтың төмен қарай ақырын қозғалыс жасауын,



3.13-сурет. тербелгіш топ:

**а** — шынайы өтпелі сипаттама; **б** — тербеткіш контур

одан кейін жүктің ауырлығына байланысты жылдамдауын және бір мезгілде амортизатордың әрекетін қабылдай бастағандығын білдіреді. Мысал ретінде,  $C$  конденсатор мен  $L$  индуктивтілік шарғысынан тұратын тербелгіш контурды келтіруге де болады (3.13, б суреті). Осы тізбекке кернеу беру кезінде онда тербеліс пайда болады, олар  $R$  шарғысының белсенді қарсылығы қаншалықты көп болса, соншалықты тез өшеді.

Топтардың сипаттамасының осыншама көптүрлілігі реттемелі параметр түріне байланысты және осы параметрдің соңғы өнім құрамына әсеріне байланысты технологиялық процестің жұмыс органына түрлі ықпал жасаумен автоматты реттеу жүйесін жасауға мүмкіндік береді.

Реттемелі параметрдің берілген мәннен ауытқуы кезінде жұмыс органына ықпал жасауды реттеудің төрт заңының біреуімен ұйымдастырады:

- интегралдық (И-реттеуші);
- пропорционалды (П-реттегіш);
- пропорционалды-интегралды (ПИ-реттегіш);
- пропорционалды-интегралды-дифференциалды (ПИД-реттегіш).

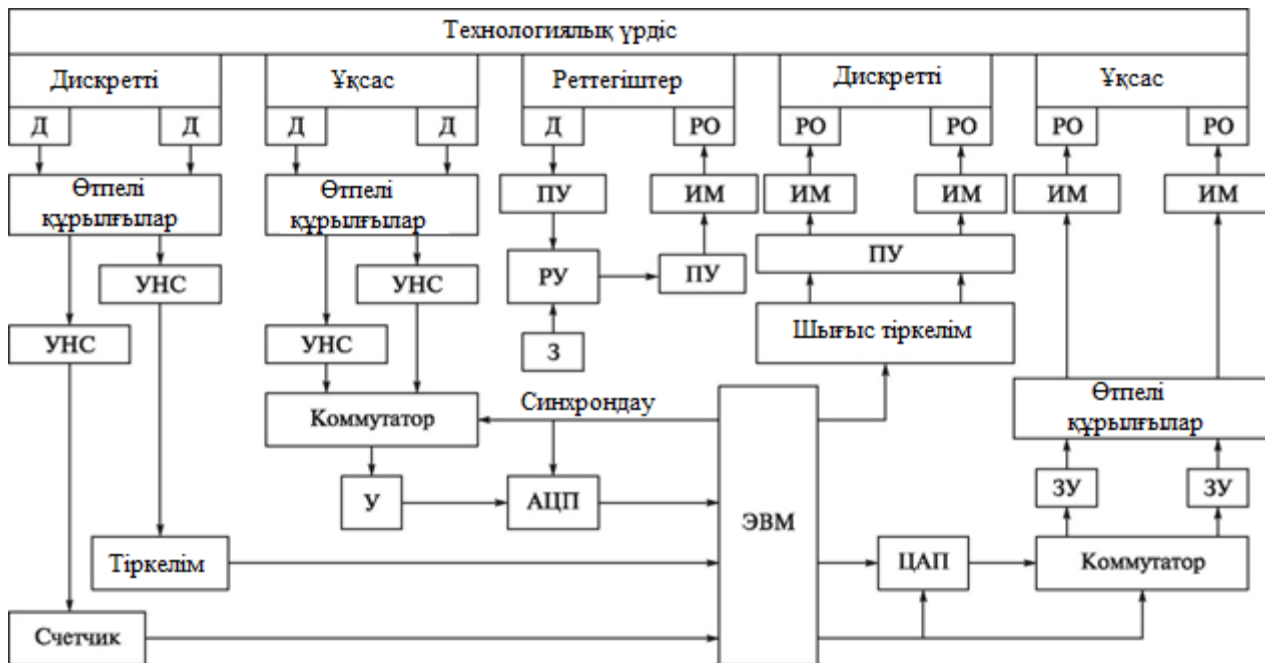
*Интегралды* реттегіш жұмыс органына ықпал жасауды қалыптастырады, олар біркелкі өседі немесе реттегіш параметр берілген мәнге қайта оралмайынша азаяды. Бұл реттегіштердің жүзеге асуы жеңіл, бірақ реттегіш процесс тербелмелі сипатқа ие және жүйенің тұрақсыз болып қалуы мүмкін.

*Пропорционалды* реттегіш реттеуші параметрдің берілген мәніне ауытқуы қаншалықты көп болса, жұмыс органына соншалықты қатты әсер етеді. Мұндай реттегіштердің тұрақтылығы интегралды реттегішке қарағанда жоғары, бірақ оларға статистикалық қателік деп аталатын қасиет тән, яғни, кіріс әсерін өңдеп болған соң, жаңадан орнатылған параметр мәні берілген мәннен әрдайым кішкене ерекшеленіп тұрады.

*Пропорционалды-интегралды* реттегіш екі тәсілді біріктіреді. Жұмыс органы жиынтық әсерін қабылдайды, сондықтан да ПИ-реттегіштер жоғары жылдамдықта әсер етуге қол жеткізген, тұрақты реттеу қамтамасыз етілген және статистикалық кемшілік жоқ.

Дәл осы ПИ-реттегіштер технологиялық процесті автоматтандыру кезінде кеңінен пайдаланылады.

*Пропорционалды-интегралды-дифференциалды* реттегіштерде ПИ-реттегіштерімен қалыптасқан жұмыс орнына ықпал жасауға параметрдің берілген мәннен ауытқуының пропорционалды жылдамдығы өзгерісінің құрамдас бөлігі қосылады.

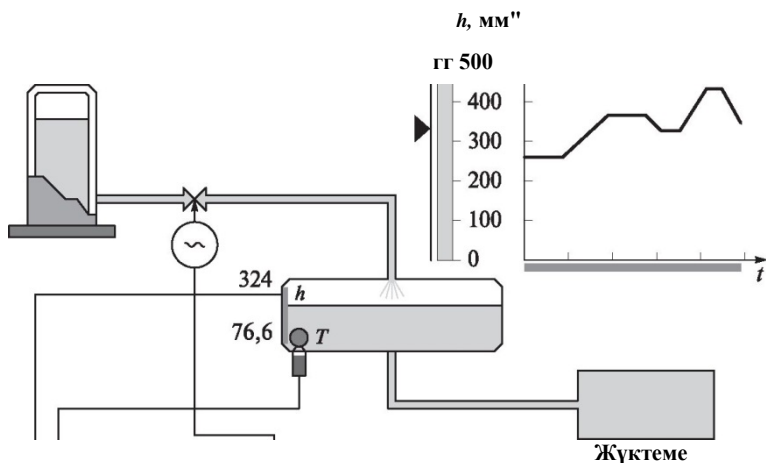


3.14-сурет. Автоматты жүйенің техникалық құралдары кешенінің жалпыланған құрылымы

Бұл жағдай ПИД-реттегіштердің шағын тиімділігін арттырады, бірақ олардың қаптамасы күрделі.

Технологиялық процестерді жүргізетін шынайы автоматты жүйеге түрлі үйлесімдегі және көлемдегі автоматты бақылау жүйелері, автоматты басқару мен автоматты реттеу жүйелері кіреді. Автоматты жүйелердің техникалық құралдарының кешені жалпыланған құрылымдық сызбасы 3.14-суретте көрсетілген. Бұл жерде технологиялық процесс төмендегілермен қатар жүреді:

- тиісті датчиктерге (Д) ықпал ететін дискретті параметрлермен (мысалы, «жылытқыш қосылды» немесе «жетінші резервуар толтырылды»), онда өтпелі құралдар арқылы (ӨҚ) өтетін дабылдар, дабылдарды қалыптандыратын құралдар мен регистрлар немесе есептегіштер ЭЕМ-ға түседі;
- ұқсас датчиктермен (Д) қабылданатын ұқсас параметрді бақылаумен (мысалы, температураны, деңгейді, қысымды, шығынды), мұнда да өтпелі құрылғылар (ӨҚ) арқылы өтетін дабылдар, дабылды қалыптандыратын құрылғылар (ДҚҚ), коммутатор (К), күшейткіш (К), ұқсас-сандық түрлендіргіштер (ҰСТ) де ЭЕМ-ға түседі;
- берілген деңгейдегі жекелеген параметрлерді реттегіштің көмегімен қолдау арқылы, яғни, реттелуші параметрдің мәні датчиктің (Д) көмегімен ӨҚ арқылы реттеуші құрылғыға (РҚ) беріледі, онда задатчикпен (З) берілген сигналмен салыстырылады. РҚ шығыс сигналы (ӨҚ арқылы) атқарушы механизмге (АТМ) түседі ол жұмыс органына (ЖО) тепе-теңдік бұзылған кезде параметрді бастапқы қалпына келтіру түрінде ықпал жасайды;
- дискретті басқарушы ықпалдың (мысалы, «№ 2 жылытқышты қосу» немесе «№ 5 қалпақшаны ашу») технологиялық жабдықтары мен технологиялық процесі күйінің сараптамасы негізінде ЭЕМ жасаумен, яғни, шығыс регистрі мен ӨҚ арқылы арқарушы механизмдерге түседі ( мысалы, электрмагнитті реле немесе электрмагнит) және дискретті ЖО-ны қозғалысқа алып келеді (мысалы, электржылытқышын немесе пневмоэлектрқалпақшасын);
- ұқсас басқарушы әсердің технологиялық жабдық пен технологиялық процестері күйінің сараптамасы негізінде ЭЕМ жасаумен (мысалы, «Н2 деңгейін төмендету» және «Р4 қысымын көтеру»), бұлар ұқсас-сандық түрлендіргіштермен (ҰСТ) және



ИУ	АЦП	Рг	РУМ	КК	КП
ЭЕМ-ның технологиялық процеспен түйісу аппаратурасы					

/-----Ч  
 I Г—  
 N . . ^

$t$	12:07:31	12:32:31	12:57:31	13:22:31
$h, \text{ мм}$	267	372	329	408
$T, \text{ К}$	76,54	76,51	76,62	76,58

3.15-сурет. Оператор дисплейіне технологиялық процесс жайлы ақпарат ұсыну

коммутатор арқылы сақтау құрылғысына (СК) түседі, әрі қарай ӨҚ арқылы АТМ жұмысын басқарады «мысалы, ЭҚ2 электрқозғалтқышын сағат тіліне қарсы 1,2 с. қосу» және «ПП4 пневможетектің штогын 0,64 мм-ге жылжыту», бұл өз кезегінде ұқсас ЖО-ны қозғалысқа келтіреді ( мысалы, В2 шұрыбы мен 34 ысырмасын).

Оператор технологиялық процестердің ағымы мен технологиялық жабдықтардың жай-күйі туралы барлық қажетті ақпараттарды алады ( 3.15-сурет). Бұл ақпараттар операторға кесте, сызба, графика,



диаграмма және мнемосызбалар түрінде беріледі.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Технологиялық процесс дегеніміз не?
2. Басқарудың мәні неде?
3. Басқарушы ықпалдарға мысалдар келтіріңіз.
4. Дабылдың анықтамасын құрастырыңыз.
5. Қандай дабылдар мен шасалар ұқсас деп аталады?
6. Қандай дабылдар мен шасалар дискретті деп аталады?
7. Атқарушы механизм анықтамасын құрастырыңыз.
8. Датчик дегеніміз не?
9. Байланыс арнасының астарында нені түсіндіңіз?
10. Автоматты жүйе түрлерін атаңыз.
11. Автоматты бақылау жүйесінің анықтамасын құрастырыңыз.
12. Автоматты басқару жүйесінің анықтамасын құрастырыңыз.
13. Автоматты реттеу жүйесінің анықтамасын құрастырыңыз.
14. Техникалық параметр астарынан нені түсіндіңіз?
15. Технологиялық параметрдің номиналды, регламентті және шекті мәні дегеніміз не?
16. Автоматты бақылау жүйесімен шешілетін тапсырмаларды атаңыз.
17. Автоматты бақылау жүйесінің алгоритмін түсіндіріңіз.
18. Автоматты бақылау жүйесіндегі техникалық құралдардың анықтамасын беріңіз.
19. Ұқсас дабылдарды өңдейтін техникалық құралдарды атаңыз.
20. Дискретті дабылдарды өңдейтін техникалық құралдарды атаңыз.
21. Көрсетілген техникалық құралдардың міндеті қандай?
22. Автоматты басқару жүйесінің алгоритм жұмысын түсіндіріңіз.
23. Басқару алгоритмінің бақылау алгоритмінен айырмашылығы қандай?
24. Ұқсас ықпалдарды қалыптастыратын техникалық құралдарды атаңыз.
25. Дискретті ықпалдарды қалыптастыратын техникалық құралдарды атаңыз.
26. Автоматты реттеу жүйесінің автоматты басқару жүйесімен салыстырғанда қандай айрықша ерекшелігі бар?

27. Реттеудің екі негізгі қағидасын атаңыз.
28. Ауытқу бойынша реттеу қағидасының мәнісі неде?
29. Төлемақы бойынша реттеу қағидасының мәні неде?
30. Бейімдеу жүйесі қандай міндеттерді шешеді?
31. Бағдарламалық және қадағалаушы жүйелер қандай міндеттерді шешеді?
32. Автоматты реттеудің тұрақты жүйесі дегеніміз не?
33. Автоматты реттеу жүйесіндегі топқа анықтама беріңіз.
34. Топтың өтпелі сипаттамасы дегеніміз не?
35. Топтың бес негізгі түрлерін атаңыз.
36. Өтпелі тәртіптегі топтардың тәртібін сипаттаңыз.
37. Автоматты жүйедегі техникалық құралдардың техникалық жиынтығының жиынтық құрылымдық сызбасын түсіндіріңіз.

# ДАТЧИКТЕР

Біз қоршаған ортаны сезім мүшелерінің көмегімен қабылдаймыз. Көру, есту, иіскеу мүшелері қоршаған ортаның параметрлерін орталық нерв жүйесінен миға, яғни, біздің басқарушы құрылғымызғы, берілетін белгілерге айналдырады.

Көз, құлақ, мұрын – біздің датчиктеріміз. Олардығы физикалық құбылыстар мен процестер әрдайым түсінікті бола бермейді, бірақ, ең дұрысы, олар сырттан қабылдаған ақпараттарын электр белгілеріне айналдырады.

Автоматты жүйенің датчиктері де технологиялық параметрлер мен электр дабылдарын түрлендіреді. Олардың мұны қалай жасайтынын түсіну үшін, электр кернеуін қалай алатынын қарастырамыз.

Потенциалдар айырмасының (электр кернеуі) төменде көрсетілгендер арқылы туындайтыны белгілі:

- Магнитті алаңдағы қозғалыс кезіндегі өткізгіштер ұшының арасында;
- Кварц кристалының қырында оған күшпен әсер еткенде;
- Түрлі металдардан жасалған екі байланыстырушы өткізгіштердің босаң ұштарының арасында нүктелердің жылынуы кезінде;
- Әртекті екі жартылыш өткізгіштер арасында олардың түйіспелері аймағын жарықтандырған кезде ( $p$  — $l$ -өтуінде) және т.б.

Осы және оларға ұқсас құбылыстар технологиялық процестердің әртүрлі параметріндегі датчиктердің жұмысы негізінде жатыр: жалдамдық, күш, температура, жарықтандыру және басқа да процестер.

### 4.1. ДАТЧИКТЕРДІҢ НЕГІЗГІ СИПАТТАМАСЫ

Барлық автоматты жүйелер шығуы кезінде электр сигналдарын қалыптастыратын датчиктерді пайдаланады. Бұлар төменде көрсетілген жағдайлармен байланысты:

- Электр сигналдары айтарлықтай қашықтыққа тез жетуі мүмкін, ал датчиктер технологиялық құрылғының кез келген қол жетімі қиын жеріне орналастырыла береді;
- Электр сигналдары мың есеге жылдам арта алады, яғни, технологиялық параметр мәнін өлшегіш аппаратурасының сезгіштігін мәң есеге арттыруға болады;
- Электр дабылдары аз инерцияны иеленген, бұл оған уақыт кезеңіндегі жылдам өзгеріп отыратын параметрлерді қадағалап отыруға және шынайы өмірде автоматты жүйе жұмысының жоғары жылдамдығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді;
- Электр дабылдары кең таралған технологиялық құралдың көпшілігімен жұмыс жасауға ыңғайлы, олар: күшейткіштер, коммутаторлар, электр қозғалтқыштары, электрмагнитті реле және басқалары.

Электрлі емес параметрлерді электр қозғаушы күшке айналдыратын (ЭҚК) датчиктер, электр кернеуі немесе токтар *генератор* немесе *белсенділер* деп аталады. Олар өздерінің жұмыстары үшін сыртқы электр энергиясы көзін қажет етпейді, себебі бұл энергияны олардың өздері шығарады, нақтырақ айтқанда, шығыс дабылдарын жасау үшін құрылғының немесе процестің энергиясын пайдаланады және параметрлерін сигналдарға айналдырады. Бұл датчиктермен электр энергиясына айналған механикалық, жарық, жылу немесе басқа да энергиялар болуы мүмкін.

Басқа датчиктерде электрлік емес энергияның өзгеруі сол датчиктің өзінің қандай да бір электр параметрлерінің өзгеруіне алып келеді (оның кедергісі, электр сыйымдылығы, индуктивтілігі және т.б.). мұндай датчиктер *параметрлік* немесе *пассивті* деп аталады. Олар электр энергиясының сыртқы көзінде шығыс дабылын жасау үшін керек.

Датчиктердің қандай да бір мақсатқа жарамдылығын анықтайтын негізгі сипаттамасы болатындар:

- түрлену функциясы;
- сезімталдық;
- қателік;
- сызықты еместік;
- инерциялығы және басқалары.

Датчикке тек шектеулі диапазонда ықпал жасайтын кез келген сипаттамалар жарамды (мысалы, температура датчигі ыстықтан өзінің еріп кетуі мүмкін жағдайда қалыпты жұмыс жасай алмайды)

Датчик үшін сипаттамасының мәні кепілдендірілген түрленген параметрлердің өзгеріс диапазоны датчиктің *жұмыс диапазоны* деп аталады.

*Түрлену функциясы* — бұл датчиктің  $X_{\text{шығ}}$  шығыс шамасы мен  $X_{\text{кір}}$  кіріс шамасы мәндерінің арасындағы тәуелділік. Оны не формуламен не кестемен көрсетеді. Ұқсас датчиктер үшін  $X_{\text{шығ}}$  пен  $X_{\text{кір}}$  арасындағы шамалас тәуелділік анағұрлым:

$$X_{\text{шығ}} = K X_{\text{кір}}$$

мұндағы  $K$  — тұрақты коэффициент.

Бұл тәуелділіктің кестесі — тік сызық, сондықтан да түрленудің мұндай функциясын сызықтық деп атайды. Көптеген датчиктерде ішкі параметрлерінің кең диапазоны өзгерісіндегі түрлену функциясы сызықтық, сондықтан да оның сызықтандырылуы үшін шара қолдану керек (яғни  $X_{\text{шығ}}$  пен  $X_{\text{кір}}$  арасындағы шамалас тәуелділікті алу үшін), ең болмағанда жұмыс диапазоны шегінде, мысалы, датчиктің конструкциясын өзгеру арқылы қол жеткізу қажет. Сызықтық емес сипаттамамен жұмыс жасаудың басқа тәсілі – оны ЭЕМ жадыны енгізу (себебі жаңаша ЭЕМ жадында еш мәселелер жоқ).

*S датчиктің сезгіштігі* датчиктің  $X_{\text{кір}}$  кіріс параметрінің бірлікке өзгерген кезінде  $X_{\text{шығ}}$  шығыс дабылының қалай өзгеретіндігін көрсеткен (мысалы, температураның  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  өзгеруі кезінде (кіріс шамасы) датчиктің кедергісі (шығыс шамасы) қанша омға өзгереді). Сезгіштік  $A X_{\text{шығ}}$  шығыс шамасының  $A X_{\text{кір}}$  кіріс шамасына өзгеруіне тең:

$$S = A X_{\text{шығ}} / A X_{\text{кір}}$$

Мысалы, температураның  $10\text{ K}$  өзгеруіне байланысты бір датчикте кедергі  $100\text{ Ом}$ ға өзгерді, ал екіншісінде –  $300\text{ Ом}$ ға. Екі датчиктің қайсысы үлен сезгіштікке ие? Әрине, екіншісі, онда  $S = 300 : 10 = 30\text{ (Ом/K)}$ .

*Кемшілік* — шығыс шамасының нақты мәнінің мінсіз ( шынайы) мәннен ауытқуы, ол құжаттарға сәйкес кіріс параметрінің осы мәнінде датчиктің шығысында болуы тиіс. Абсолютті және салыстырмалы қателікті ажыратады.

*Абсолюттік қателік* — бұл шынайы және мінсіз мәндер арасындағы айырма; ол шығыс шамасы секілді бірліктерде өлшенеді. Мысалы, датчик кедергісінің мінсіз шамасы температураның берілген мәнінің өзгеруі кезінде  $100\text{ Ом}$ ға тең болуы керек, ал осы температурадағы оның шынайы кедергісі  $105\text{ Ом}$ ға тең.

T, K	4,2	4,3		18,2		90,1	90,3		100,0
R, Ом	585,99994	557,50552		49,27075		2,87548	2,87191		2,21236

Бұл ретте, абсолютті қателік мынаны құрайды:

$${}^5X_{\text{ШЫҒ. ШЫН}} X_{\text{ШЫҒ. МІН}} {}^5(O_{\text{М}}).$$

Дегенмен абсолютті қателік нақты дәлдікпен қызмет жасай алмайды. Шынында да біз 100°C шамасындағы температураны 1°C абсолютті қателікпен өлшесек, онда қателік 1 % құрайды, ал бұл жаман көрсеткіш емес. Бірақ дәл сол 1 абсолютті қателікпен 5°C шамасындағы температураны өлшесек, онда қателік 20 % құрайды. Сондықтан да салыстырмалы қателік ұғымын енгізеді — бұл абсолюттік қателіктің шығыс шамасының мінсіз мәніне қатысы, %:

$${}_yX = (5X/X_{\text{ШЫҒ. МІНСІЗ}}) \cdot 100.$$

Датчиктің нақтылығы жайлы бұдан да толық ақпар алуға келтірілген қателік мүмкіндік береді, ол максималды абсолюттік қателіктің осы датчиктің жұмыс ауқымына арналған максималды шығыс шамасы мәніне қатынасын білдіреді, %:

$$U_{\text{КЕЛТ}}^X = ({}^5X_{\text{ТАХ}} / X_{\text{ШЫҒ. МАХ}}) \cdot 100.$$

Бұл қателіктің мәнін әдетте, датчиктің құжатында көрсетілген нақтылық класы анықтай алады.

*Сызықты емес* — датчиктің түрлендіруші қызметінің сызықтықтан ауытқуы. Егер де сызықсыздық үлкен болса, онда ЭЕМ-да онымен байланысты қателіктерді азайту үшін арнайы кестеге түзетулер енгізеді (қисық сатыланған).

Мысалы, ТСАД2-СР датчигінің жеке сипаттамасының көріністері датчиктің T температурасы мен R кедергісі арасында тәуелділік 4.1-кестеде көрсетілген. Мәлімет дәл осындай дәлдікте ЭЕМ жадына енеді.

*Инерциялылық* датчиктің жылдам өзгертін кіріс параметрінің түрленуін жүзеге асыратын қабілетін сипаттайды. Егер датчик түрленген параметрдің өзгерісіне үлгере алмай жатса, онда *динамикалық* деп аталатын қосымша қателік пайда болады. Түрленген параметрдің өзгеру жылдамдығы қаншалықты үлкен болса, ол соншалықты жоғары.

Пайдалану кезіндегі датчиктердің маңызды сипаттамасы оның өзара алмасуы болып есептеледі. Егер датчиктер өзара алмасқыш болса, онда датчиктің бұзылып қатардан шығып қалған жағдайында оны сол түрдегі басқа датчиктермен ауыстыруға болады, басқару және бақылау жүйесінде бұдан басқа ешқандай өзгеріс жасаудың қажеті жоқ. Қарсы жағдайда датчикті ауыстырумен қатар, мысалы, ЭЕМ-дағы сатыланған кестені де ауыстыру керек.

Датчиктердің басқа да сипаттамасының арасында сенімділікті, технологиялықты, тұрақтылықты, гистерезисті атап айтуға болады (яғни, кіріс шамасы параметрінің өзгеріс бағытының шығыс шамасына тәуелділігінен).

Датчиктер операторға шығатын дабылдар үшін параметр мәнінің түрлену тізбегіндегі ең алғашқы құрылғы болғандықтан, оларды алғашқы түрлендіргіштер деп жиі атайды.

## 4.2.

## ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ДАТЧИКТЕРІ

---

### 4.2.1. Жалпы мәлімет

Алуан түрлі датчиктердің үлкен мөлшері бар. Онда түрлі физикалық шамалар арасындағы тәуелділік пен түрлі физикалық құбылыстар пайдаланылады. датчиктерді әр топқа арналған жалпы белгілер бойынша біріктіруге болады (топтастыруға).

Мысалы, электромагнитке, жылуға, оптикалық және басқа да құбылыстарға негізделген датчиктерді бөлек қарастыруға болады, немесе оларды технологиялық параметрлердің өзгеру түрі бойынша топтастыруға болады: жылжу, жылдамдық, күш, температура және т.б. сондықтан да датчиктердің атауына, әдетте, кіріс технологиялық параметрі мен (мысалы, жылжуын) түрлену қағидасын да көрсетеді (мысалы, индуктивтіліктің өзгерісін). Толық атауы — жылжудың индуктивті жылжуы.

Датчиктердің түрлерінің, конструкциясының және таңбасының түрлі өндірістік салаларда қолданылатын әралуан түрлерінің көптігіне байланысты датчиктерді түрленген технологиялық параметрлерінің түрі бойынша топтастырып, олардың жұмысының бір ғана қағидасын қарастырамыз.

Егер кез келген технологиялық процесті қарастарсақ, онда оларды мынадай операцияларды бөліп қарауға болады: бұйымның немесе

аспаптардың жылжуы, қызу, күштік әсер ету, қысым жасау, түрлі объектілердің қалыбын, күйін бақылау, санын есептеу және т.б.

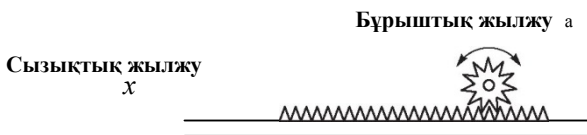
Бұл операцияларды қолмен орындау кезінде жұмысшылар түрлі өлшегіш аспаптары мен құралдарын пайдаланады. Технологиялық процестің автоматтығы датчиктерді барлық параметрлер процесіне әсер ететін өлшеу мен бақылау үшін пайдалануды талап етеді. Датчиктердің электр дабылына жылжуды, жылдамдықты, күшті, қысымды, температураны қалай түрлендіретінін және олардың объектілердің күйі мен санын қалай анықтайтынын қарастырамыз, сонымен бірге, бұл датчиктердің негізгі сипаттамасын бағалаймыз.

### 4.2.2. Алғашқы механикалық түрлендіргіштер

Біз электр дабылдарын қалыптастыратын датчиктерді қарастырып жатырмыз, дегенмен, датчикті қандай да бір түрлендіруші электрлік емес параметрдің электр дабылына тікелей пайдалану мүмкін емес немесе мақсатты емес жағдайлар да болады. Ондай жағдайда бұл параметрді электрлік емес параметрге түрлендіретін аралық құрылғыны пайдаланады, бірақ ол электр сигналына әрі қарай түрленуге ыңғайлы.

Сызықтық жылжудың аралық түрлендіргіштері. Миллиметр үлесінен ондағын сантиметрге дейінгі диапазондағы сызықтық жылжулар электр дабылдарына жеткілікті түрде жеңіл өзгереді, бұл жайлы әрі қарай қарастырамыз. Дегенмен, шағын жылжудың нақты түрленуі тар жұмыс диапазонымен немесе бұл датчиктердің төмен сезгіштігімен жиі шектеледі, ал үлкен жылжуларда датчиктердің көлемі де үлкен болады.

Сонымен бірге, сызықтық жылжуды түрлендіретін қарапайым механикалық түрлендіргіштер де бар. Олар сағат түріндегі шағын жылжымалы индикаторларда пайдаланылады.



4-сурет. Сызықтық жылжуды бұрыштыққа түрлендіргіш



Бұрыштық жылжу (айналу) маңызды қасиеттерге ие: кез келген мәнге дейінгі бұрылыс бұрышының ұлғаюы датчик өлшемінің ұлғаюына алып келмейді, айналмалы дене өлшемімен байланысы жоқ.

Бұрылыс бұрышы тек түрлендіргіш конструкциясымен шектеледі, және құрылғының өзгеріссіз өлшемі кезінде де өте кішкентай немесе өте үлкен болуы да мүмкін.

Сызықтық жылжудың бұрыштыққа өзгеруі кезінде тісті дөңгелекпен түйісетін тісті сызығы бар штоктың қолданылуы (4.1-сурет). Штоктың жылжуы кезінде тісті дөңгелектің  $x$  жылжуына шамалас  $a$  бұрышына бұрылуы болады.

Сағат түріндегі индикаторларда әртүрлі тістері бар бір-бірімен тізбектеле байланысқан тісті дөңгелектерді пайдаланады, соның арқасында кішкене ғана орын алмастыру (мысалы, бірнеше жүз миллиметрге) тізбектегі соңғы тісті дөңгелекті. Бұрышқ қарай оншақты градусқа бұрылуына алып келеді.

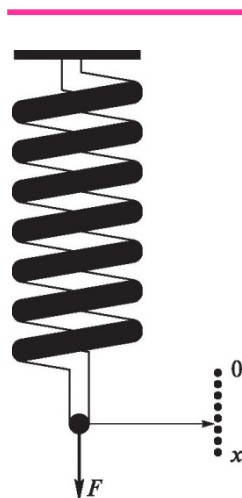
Компютер тышқанының жылжуын түрлендіргіш осыған ұқсас жұмыс жасайды, бірақ онда штоктың орнына кішкене шар қолданылады, ол жоғарғы бетте жылжығанда өзіне сығымдалған бұрылыс бұрышы оптикалық датчигінің осын айналдырады.

Шағын мөлшердегі мұндай түрлендіргіштер өте кең диапазонға ие, онда бір ғана кішкентай қателік сақталады (сағат түріндегі индикаторларда 0,01 мм.төмен). Бұл өз кезегінде өте аз және өте көп жылжуды нақты анықтау үшін бір түрлендіргішті пайдалануға мүмкіндік береді.

Күш пен қысымның аралық түрлендіргіштері. Күш пен қысым денені деформациялауға қабілетті, яғни, оның формасы мен өлшемін өзгерте алады.

Егер деформация серпінді болса, яғни, әсер аяқталған соң бұрынғы қалыбы мен өлшеміне түссе, онда мұндай дене деформацияға қысым мен күшті түрлендіруші ретінде қолданылуы мүмкін, ол дене мүшесінің бұрыштық не сызықтық жылжуында көрінеді. Мұндай түрлендіргішті *механикалық серпінді түрлендіргіштер* деп атайды.

Мұндай түрдің қарапайым түрлендіруші күші — серіппе немесе өзек (стержень). Бұл түрлендіргіштерге күш салынады (рис. 4.2). Күштің әсерінен серіппе созылады



4.2-сурет. Күшті жылжытуды түрлендіру

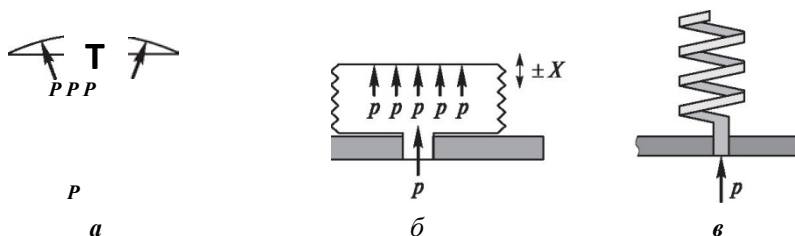
және қысылады және оның бекітілмегін ұшының жылжуы әрі қарай жылжыту датчиктері деп қарастырылатын электр сигналына айналуы мүмкін. Стержень де созылады және жиырылады, бірақ оның деформациясын, әдетте, өте аз болуына орай, оны әрі қарай жылжу датчигіне емес, деформацияға түрлендіруге пайдалану ыңғайлырақ, бұл өз кезегінде деформацияланған дененің жоғарғы бетінің өте аз жылжуын қабылдайды және оларды дабылға айналдырады.

Дененің жылдам қозғалуы кезінде ол тірекке күш салады. Сондықтан күшті түрлендіргіштердің үдеткішті өлшеу үшін пайдаланылуы да мүмкін.

Сұйықтық қысымының немесе газ қысымының түрлендіргіштері болып жарғақша қабында орналасқан толы ыдыс есептеледі, ол өзінің барлық жоғарғы қабатында қысымды сезеді (4.3, а суреті). Жарғақшаның майысуы ықпал жасау нәтижесі болады, яғни, деформация немесе жылжу датчигі арқылы артынан электр сигналына айналатын оның жоғарғы бетінің деформациясы.

Гофрленген ыдыстың қабырғасы қысымға байланысты деформацияланған элементтер болып саналады (мұндай ыдыс сальфон деп аталады) (4.3, б-сурет). Бұл жағдайда қысым қабырғаның сальфон қабына қарай сызықтық жылжумен созылуына алып келеді. Қысымның түрлену сезгіштігін ұшы дәнекерленген сальфонды шиыршық түтікпен алмастыру арқылы ұлғайтуға болады (4.3, в суреті). Қысым күшімен түтік шиыршық осын айналып тарқайды. Түтік соңының сызықтық және бұрыштық жылжуы шығыс шамасы бола алады.

Температураны аралық түрлендіргіштер. Температураны өлшеу кезінде оны сызықтық және бұрыштық жылжуға өзгертетін құрылғыны пайдаланады. Бұл үшін биметалдан жасалған жалпақ және шиыршық пружиналарды қолданады (4.4-сурет).



4.3-сурет. Қысымды түрлендіргіштер:

а — жарғақты; б — сальфондық; в — құбырлы

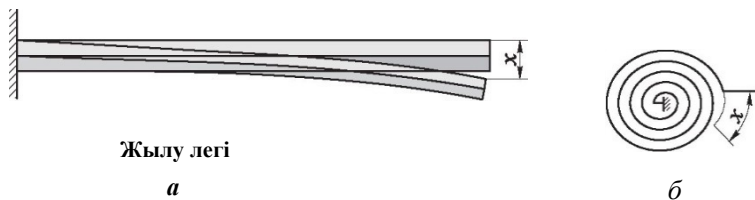


Рис. 4.4. Биметалды түрлендіргіштер:  
*a* — жалпақ; *б* — шиыршықты

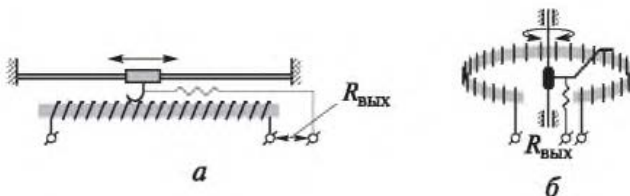
Биметалл — бұл екіқабатты табақ (лист), оның қабаты температуралық кеңею коэффициентінің кеңеюімен бірден ерекшеленетін металл. Температура көтерілген кезде қабаттың біреуі екіншісіне қарағанда ұзарады. Қабат дәнекерленгендіктен пластинаның майысуы не шиыршықтың бұралуы мүмкін. Бұл түрлендіргіштің кіріс шамасы — температура, шығу шамасы — сызықтық және бұрыштық жылжулар. Бұл жағдайда деформация температураның өзгеруіне шамалас болады, яғни, түрлендіру қызметі сызықтық. Мұндай түрлендіргіштер электр үтігінің температурасын реттеген кезде немесе газ плитасының температура көрсеткішінде қолданылады.

Күш, қысым және температураның қарастырылған түрлендіргіштері қарапайым, аз көлемді, түрленудегі қателігі әдетте, 1% құрайды.

### 4.2.3. Сызықтық және бұрыштық орын алмастырушы датчиктер

Реостатты датчиктер. Бұл датчиктердің негізін *реостаттар* құрайды, ол оқшаулағыш материалдан жасалған жалпақ және сақинаға оралған пластина, оған бірқалыпты ізбен оқшаулағыш сым оралған (4.5-сурет). Сымның материалы манганин, константан, нихром немесе басқа жоғары үлесті электр кедергісімен жасалған қоспадан тұрады. Пластинасының шегіндегі оқшаулағыш сымдар тазартылған және металл үстімен бірнеше серіппелі түрдегі щетка сырғиды. Тозуға төзімділікті арттыру үшін щетканы күмістен, платинадан және олардың қорытпасынан жасайды, ал щетканың сымға қысымын 0,1 Н асырмайды.

Жалпақ реостаттың кіріс параметрі — щетканың сызықтық жылжуы, ал сақиналық параметрі — оның бұрыштық жылжуы. Датчик реостатының шығыс шамасы



4.5-сурет. Реостаттар:

*a* — жалпақ; *б* — сақиналық

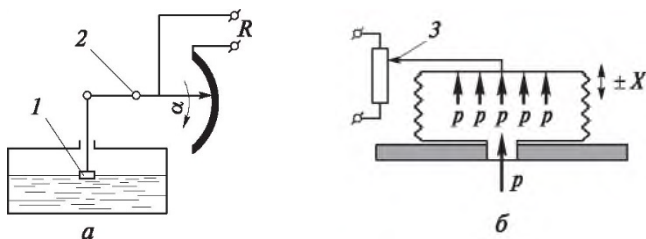
— сым бөлігіндегі щетка мен реостаттың бір жақ ұшының арасындағы белсенді қарсыласу. Щетканың айналымнан айналымға қозғалуы кезіндегі қарсылықтың өзгеруі сатылы түрде болса да, шығыс шамасын ұқсас шама ретінде қарастырады, себебі, «баспалдақ» шамасы аз. «Бапалдақты» азайту үшін реостат қарсылығын жіңішке сыммен шырмап орап тастайды.

Реостатты датчиктер сұйықтықтың көлемі мен деңгейін (4.6, *a* сурет) өлшеуге арналған қалтқымен бірге, күшті, қысымды немесе күш моментімен өлшеуге арналған механикалық серіппелі түрлендіргіштермен бірге (4.6, *б* сурет) пайдаланылады, оларды жұмыс орнының жылжуы туралы ақпарат алу үшін атқарушы механизмдермен бірге жиі пайдаланады.

Датчиктердің сыйымдылығы. Сыйымды датчиктер жұмысының негізінде *C* конденсатор сыйымдылығының оның геометриялық көлемінен тәуелділігі жатыр: *S* қоршау аймағы және олардың арасындағы *d* қашықтығы:

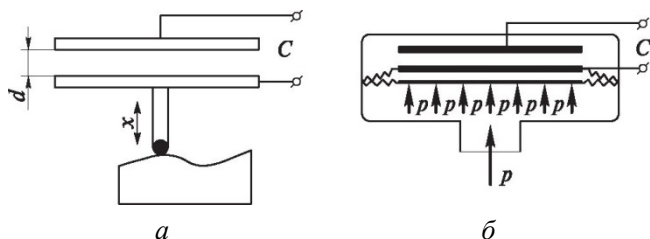
$$C = \epsilon_B S/d,$$

мұнда  $\epsilon_a$  — қоршау арасында тұрған материалдың абсолютті диэлектрик өтімділігі.



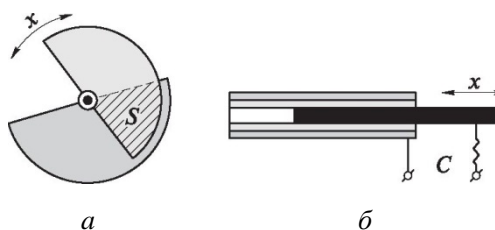
4.6-сурет. Реостатты датчиктерді қолдану:

*a* — сұйықтық деңгейін өлшеу үшін; *б* — сұйықтықтың немесе газдың қысымын өлшеу үшін; 1 — қалтқы; 2 — көрсеткіш айналуының осы; 3 — реостат қозғалтқышы



4.7-сурет. Шағын жылжудың сыйымдылық датчигі:  
*a* — жұмыс кестесі; *б* — қысымды өлшеуге қолдану

Ыдыс датчигінің кіру көлемі бірдей қоршаудың баскасымен салыстырғандағы орын ауыстыруына (құрылымына қарай) немесе заттың диэлектрикалық өткізгіштігіне қарай желілік немесе бұрыштық, ал шығысы электрдыстың өзгеруі болады. Шағын орын ауысуды (1 мм дейін) өлшеу үшін датчик қоршау аралығындағы  $d$  саңылауының өзгеруімен қолданылады. (4.7, а сурет). Мұндай датчик қысымның бастапқы жарғақты өңдеушісімен бірге электрлік сигналдардағы қысымдарды өңдеу үшін қолданылады. Үлкен бұрыштық орын ауыстырулардың ыдысы аудан сызығына байланысты болғандықтан, оны өлшеу үшін өзгермелі ауданды  $S$  қоршау жабындысы бар, сондықтан қозғалмалы тілімшесі бұрылыс бұрышынан басталатын ыдыс датчигі қолданылады. (4.8, а сурет). Ондай датчиктер, мысалы, құбыр желісі немесе ұшақ рөлі жапқышының бұрылыс бұрышын айқындау үшін қолданылуы мүмкін. Үлкен сызықты орын ауыстыруларға қатысты өлшемді цилиндрлік қоршауының жабын ауданы бір қоршаудың екіншісіне қарағандағы бойлық орын ауыстыруы тік өлшемдес бөлінген диэлектрик көмегімен өлшеуге болады. (4.8, б сурет).



4.8. сурет. Қоршау жабындарының ыдыстық датчиктері өзгермелі алаңымен (тілшіктермен қозғалмалы элементтің орын ауыстыру бағыты көрсетілген):  
*a* — жалпақ *б* — цилиндрлік

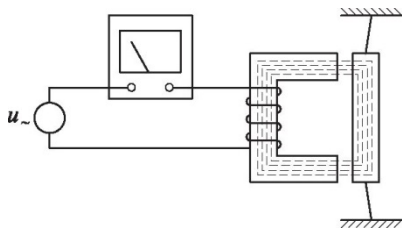
Егер сыналатын материалды цилиндр ішіне салып, оны диэлектрик ретінде қолданатын болсақ, цилиндр түрінде орталық білікпен істелінген ұқсас датчикті материал (мысалы, талшық немесе дән) ылғалдылығын өлшеу үшін қолдануға болады. Материалдағы ылғал оның диэлектрикалық өткізгіштігін және сәйкесінше мұндай конденсатордың сыйымдылығын айтарлықтай өзгертетін болады. Ыдыстық датчиктердің ерекшелігіне олардың қарапайымдылығы, шағындығы және жоғары сезімталдығы жатады (егер шығу сигналы ретінде 500 В/мм дейінгі конденсаттағы кернеуді қарастырсақ). Олардың кемшілігі - ішкі кедергісінің көптігі (сондықтан шығу сигналының қуаты аз), температураға тәуелділігі және жоғары жиіліктегі өзгермелі көзден қуат қажетсінуі. Бұл кемшіліктер ыдыстық датчиктің заманауи топтамасында жойылған. Олар қазір кіріктірілген күшейткіш, кернеу өндегіш және т.с.с аяқталған құрал түрінде. Датчиктер тұрақты кернеу көздерінен қуат алады, олардың шығу көлемі тұрақты кернеу немесе ток.

Ыдыстық датчиктер орын ауыстыруды, таспалардың және жабындардың қалыңдығын, материалдардың ылғалдылығын өлшеу үшін қолданылады.

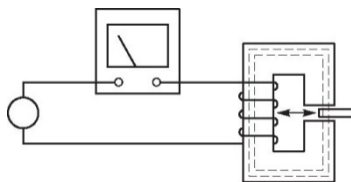
**Электромагнитті датчиктер** Электромагнитті датчиктердің жұмыс істеу негізі элементтерге механикалық ықпал ету арқылы түзілетін магнитті тізбектің сипатына байланысты болады.

Электромагнитті датчиктердің орын ауыстыруы болат немесе пермаллоелы тілімше, феррит немесе басқа ферромагнитті материалдан және бір немесе бірнеше орамадан істелінген магнит сым өзегінен тұрады. Магнит сымның орын ауыстыруы өндегіштің кіру мөлшері болып есептелетін жылжымалы элементі бар. Ондай датчиктердің индуктивті және трансформаторлы екі түрі болады.

Принцип работы индуктивті датчиктердің жұмыс істеу тәртібі 4.9 суретінде берілген. Жылжымалы элемент зәкірдің жылжуы өзектің жылжымайтын бөлігіне қарағанда магнит сымындағы ауа саңылауының еніне өзгеріс әкеледі. Бұл өз кезегінде шығу көлемі болып есептелетін датчиктер орамасы индуктивтілігінің өзгерісін тудырады (сондықтан да оны «орын ауыстырудың индуктивті тетігі» деп атайды). Зәкірдің орын ауыстыру кезіндегі магниттік ағым өзгерісі 4.9 суретте жіңішке сызық сызбасымен көрсетілген.



4.9-сурет. Саңылау ауданы өзгерген индуктивті тетік жұмысының сызбасы

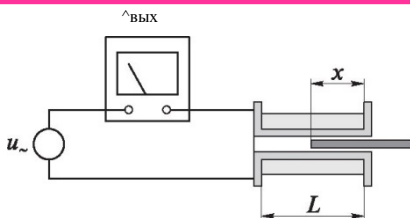


4.10-сурет. Саңылау ені өзгерген индуктивті тетік жұмысының сызбасы

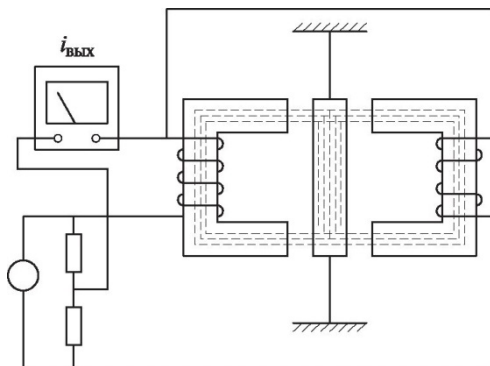
Кішкене саңылаулар тұсындағы өзгеру функциясы сызықтық болады. Сондықтан ондай тетіктер 0,01 мм-ден бірнеше миллиметрге дейінгі орын ауыстыруды өлшеу үшін қолданылады.

15 ...20 мм дейінгі орын ауыстыруды өлшеу үшін өзгермелі саңылау ауданы бар индуктивті тетіктер қолданылады. ( 4.10 сурет). Магнит сым саңылауына енгізілетін жылжымалы элементтің жайы кіру параметрі болып есептеледі.100 мм дейінгі орын ауыстыруды өлшеу үшін соленоид түріндегі индуктивті тетік қолданылады. (4.11 сурет). Оларда ораманың индуктивтігі жылжымалы өзектің соленоид бөлігіне кіргізілген  $x$  ұзындығына тіке шамалас. Индуктивті тетіктер өзгермелі кернеу көзінен қуат алады.

Олардың индуктивтігі нөлден бастап зәкірдің бастапқы күйін қоса алғандағы кез келген жағдайда жақсы болғандықтан, олар тіпті кіру параметрінің нөлдік мәнінде де үлкен шығыс сигналын қалыптастырады. Бұл кемшілікті ыңғайластыра қосылған екі жылжымайтын орамалы өзекте қолданылатын дифференциалдық тетіктерді пайдалану арқылы айтарлықтай азайтуға болады. ( 4.12 сурет) Зәкір өзектердің ортасында, олардан бірдей қашықтықта орналасқандықтан өзектердегі магнитті ағымның бастапқы жайы бірдей болады. Сондықтан орамалардағы индуктивтік пен олардағы кернеу бірдей, ал бұл кернеулердің айырмашылығы нөлге тең болады.



4.11-сурет. Индуктивті тетіктің соленоид түріндегі жұмыс кестесі



4.12-сурет. Дифференциалды индуктивті датчиктің жұмыс сызбасы

Бұл кемшілікті ыңғайластыра қосылған екі жылжымайтын орамалы өзекте қолданылатын дифференциалдық тетіктерді пайдалану арқылы айтарлықтай азайтуға болады. ( 4.12 сурет) Зәкір өзектердің ортасында, олардан бірдей қашықтықта орналасқандықтан өзектердегі магнитті ағымның бастапқы жайы бірдей болады. Сондықтан орамалардағы индуктивтік пен олардағы кернеу бірдей, ал бұл кернеулердің айырмашылығы нөлге тең болады

Зәкір өзектердің бірінің жағына жылжығанда өзектегі магниттік ағым артады да, екіншісіндегі азаяды. Ондағы орамалардың индуктивтігі мен кернеудің әртүрлі болуы, шығыс сигналының пайда болына алып келеді. Өте үлкен орын ауыстыруларды (мысалы, металл кесетін білдек құралкүймешігінің орын ауыстыруы) тісті өзегі бар индуктивті тетіктің көмегімен өлшеуге болады. ( 4.13 сурет). Тетік білдек тұғырына бекітілген тісті сызықтың бойымен қозғалғанда оның орамасының индуктивтігі қайта-қайта өзгеріп отырады. Тетік өзегінің шеті сызық тістерінің үстінде болғанда орама индуктивтігі жоғарылап, ал өзек тістердің ортасына қарай ауғанда индуктивтік азаяды. Тізбектегі ток сәйкесінше айырма (импульс) қалыптастырып, аздан көпке ауысады.

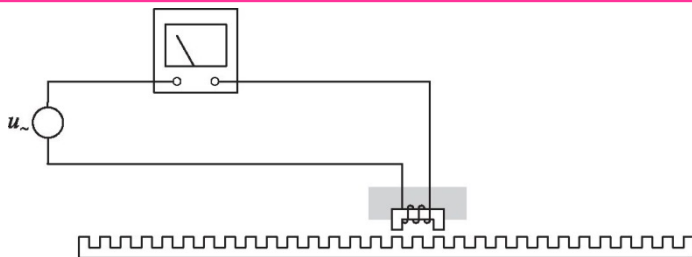
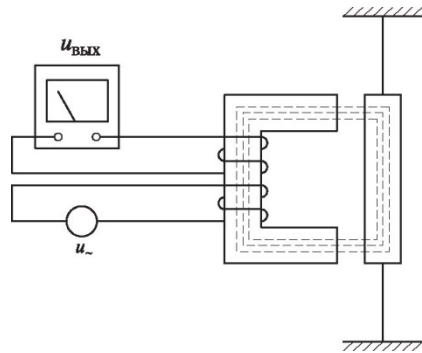


Рис. 4.13. тісті өзегі бар индуктивті датчиктің жұмыс сызбасы



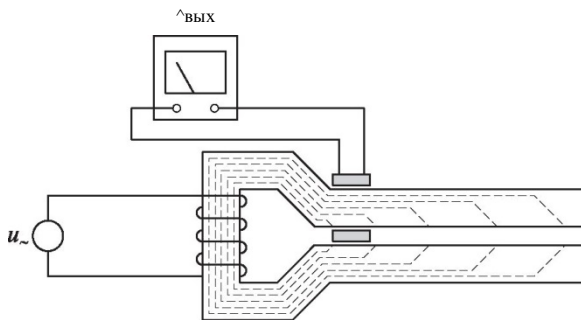
4.14-сурет. Трансформаторлық датчиктің жұмыс тсызбасы

Бір импульс тетіктің бір тістік орын ауыстыру қадамына сәйкес келеді. Ондай тетіктің шығу көлемі орамалар тізбегіндегі ток айырмасының (импульстер) санына тең. Өлшеу дәлдігі тіс қадамына байланысты. Барлық индуктивті тетік — параметрлік, өзгермелі кернеу көздерінен немесе кернеудің кіріктірме өңдегішінен қуат алады.



Шығу сигналының үлкен мәні, жоғары сезімталдық, сенімділік пен қарапайымдылық (олардың кемшілігі 1 %-дай ғана) индуктивті тетіктердің артықшылығы болып саналады. Трансформаторлық

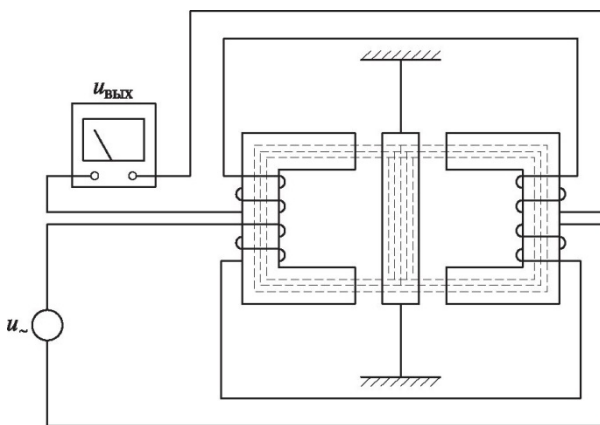
тетіктерде магнит сымның жылжымайтын бөлігіне қатысы бар жылжымалы элементтің орын ауыстыруы кезінде орамалардың өзара индуктивтілігінің өзгеруі құбылысы қолданылады. (4.14 сурет). Орамалардың бірі (бастапқы) өзгермелі кернеу көзінен қуаттанады, екіншінен орамнан шығу сигналы алынады. Тетіктің сыртқы түрі қажетті көлемде өзгермелі кернеу алуға арналған қарапайым трансформаторға ұқсайды. Бірақ магнитті сымдағы ауа саңылауы, ондағы магнитті ағым индуктивті тетіктегідей болғандықтан, саңылаудың көлеміне тәуелді болады. Саңылау кіші болған сайын магниттік ағым көп болады және екінші орамада үлкен электрқозғаушы энергия пайда болады және керісінше де болады. Осылайша, трансформаторлық тетіктің кіріс мөлшері болып магнитті сымның жылжымалы элементінің орын ауыстыруы, шығыс мөлшері болып екінші орама шығысындағы кернеу саналады. Орын ауыстырудың өлшеу аумағы миллиметрдің жүзден бір бөлігінен бірнеше миллиметрге дейін болады. 100 мм және одан көп орын ауыстыруды өлшеу үшін бөлінген магниттік параметрлері бар трансформаторлық тетіктер пайдаланылады (4.15 сурет). Олардың екінші орамасы жылжымалы және магниттік ағымдағы ұсақ сызық сызбаларымен көрсетілген магниттік сыммен сырғиды. Магнит сым айналасындағы кеңістікте әдеттегідей, жылжымалы ораманы тізетін магнит өрісі болады. Ораманың сол жағы арқылы өтетін магниттік ағым сол орамада пайда болатын электрқозғаушы энергия (ЭҚЭ) тәрізді жоғары болады (тетіктің шығу сигналы).



4.15-сурет. Трансформаторлық тетіктің бөлінген магниттік параметрлермен жұмыс сызбасы

Орама арқылы өтетін магнитті ағым оңға ойысуына қарай азаяды және оң жақтағы ең шеткі қалыпта ол аз болғандықтан сәйкесінше шығыс сигналы да аз болады.

Трансформаторлық тетіктер құрылымы мен сипаттамасы бойынша индуктивтіге өте ұқсас болады және де дифференциалды бола алады. Бұл да олардың сипаттамасын арттырады. (4.16 сурет). Бірақ трансформаторлық тетіктерді индуктивті тетіктерге қарағанда генераторлық түрге жатқызуға болады. Олар өз жұмыстары үшін кернеу көзінің болуын қажетсінгенмен, дәл тетік шығуындағы сигнал оңай өлшеуге болатын белсенді электрқозғаушы қуат болғандықтан, ол орын ауыстырушы трансформаторлық тетіктердің, әсіресе, бақылау мен басқарудың автоматты жүйелеріндегі дифференциалдылардың кеңінен тарауына алып келді.



4.16-сурет. Дифференциалды трансформаторлық тетіктің жұмыс сызбасы

Трансформаторлық тетіктер индуктивтілер тәрізді сенімді, қарапайым және жоғары сезімталдығы мен үлкен шығыс сигналы бар.

**Оптикалық тетіктер.** Оптикалық тетіктердің негізгі элементтері сәуле шығару көзі, оптикалық арна мен сәулеленуді қабылдағыш (4.17 сурет).

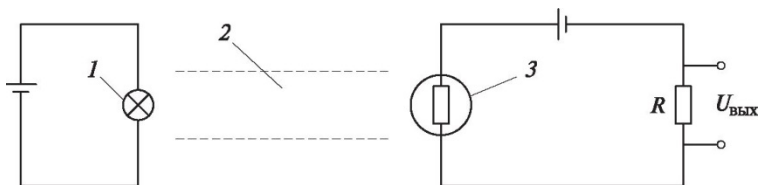
Оптикалық тетіктің кіріс параметрі, әдеттегідей, оптикалық арнаға ықпал ететін (көзден қабылдағышқа өтетін жарық ағымын жабатын) объектінің орын ауыстыру, ал шығыс параметрі сәулеленуді қабылдағыш қалыптастыратын электрлік сигнал (электро қозғаушы қуат немесе ток) болады.

Сәуле шығару көзі ретінде қыздыру шамымен қатар электр тогы өткенде жарық шығаратын жарықдиодтар – жартылай өткізгіш аспаптарды, сондай-ақ жартылай өткізгіш лазерлерді пайдаланады. Жарықдиодтары инфрақызыл сәулеленуге ғана сезімтал сәулеленуді қабылдағыш жарық бергіштен, бөгде көздерден, соның ішінде күндізгі жарықтан аулақ болуға мүмкіндік беретін көзге көрінбейтін инфрақызыл сәулеленуді шығара алады.

Оптикалық арна дегеніміз, әдеттегідей кәдімгі қоршаған ауа. Десек те, оптикалық сигналдарды үлкен қашықтықтарға беру үшін байланыстың оптогалшықты желісі пайдаланылады.

Сәулеленудің қабылдағышы болып фоторезисторлар, фотодиодтар мен фототранзисторлар тәрізді вакуумды фотоэлементтер немесе жартылай өткізгіш аспаптар қызмет етеді.

Фотоэлементте жарық электрондарды қолбаның ішкі металл жабындысынан шығарады және электрондар электрлі өріс әсерімен электр тогын қалыптастырып вакуумда анодқа қарай қозғалады.



4.17. сурет. Оптикалық тетік жұмысының сызбасы:

1 — сәуле шығару көзі; 2 — оптикалық арна; 3 — сәулеленуді

Фоторезистор дегеніміз жарық әрекеті жартылай өткізгіш кедергісінің төмендеуіне әкелуі нәтижесінде ол арқылы өтетін ток артатын жартылай өткізгіш элемент.

Жарық энергиясы фотодиодта жартылай өткізгіштің фотондармен ионизациялануы және жиынтығы *p-l* аймағы өткелінде ЭҚЭ фотонның пайда болуына алып келетін электрон-тесік жұбының пайда болуының арқасында электр энергиясына айналады. Нәтижесінде жарықтандырылған фотодиод тізбегінде негізінен күн батареяларын жасауға қолданылатын ток пайда болады.

Фототранзисторде екінші *p-l* өткелінің арқасында фотодиодқа қарағанда шығу тізбегінде ток айтарлықтай көбейеді. Яғни фототранзистордың жарыққа сезімталдығы анағұрлым жоғары.

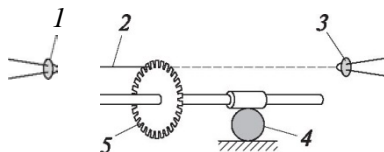
Оптикалық тетіктер ұқсас режимде де, дискретті режимде де электрлік сигналға орын ауыстыра алады. Бірінші жағдайда оптикалық арна ені бірнеше миллиметр болады және күңгірт нысанның арна аумағында орын ауыстыруы оның ішінара, үлкен немесе кіші жабынына алып келеді. Сәулеленуді қабылдағыш жарықтандыруының өзгеруіне сәйкес шығыс сигналы да өзгереді. Жарықтандыру ағымын жабу әдісі мысалы, киноүлдірге жазылған фильмнің ілеспе дыбысын шығаруда қолданылады. Фотоқабылдағыштың жарықтандыруын өзгерту сонымен қатар жарық ағымы жолында салынған газ немесе сұйықтық мөлдірлігін бақылау бақылау үшін де пайдаланылады.

Дискретті режим, мысалы, қалай жұміс істейтінін 4.18 сурет түсіндіретін компьютер тімтуірінің оптикалық тетігінде қолданылады. Тісті дөңгелектің бұрыштық орын ауыстыруы дөңгелектің тіс қадамдарына сәйкес бұрышқа бұрылған әр кезінде оптикалық арнаны қайта-қайта жабуына алып келеді. Сәулеленуді қабылдағышты жарықтандырудың өзгеруі нәтижесінде оның шығуындағы ток немесе кернеудің де мәні өзгереді. Тетіктің шығу көлемі сәулеленуді қабылдағыш тізбегіндегі импульстер саны орын ауыстыру көп болған сайын көп болады және өзгерту кемшілігі аз болады. Бұл принципті сызықты орын ауыстыруды өлшеуде де қолдануға болады. Ол үшін тетік қозғалысын индуктивті тетікте істелетіндей, тісті сызықты бойлай қамтамасыз ету жеткілікті (4.13 сурет).

Оптикалық тетіктер қарапайым, сенімді, көпке жарамды, салмағы мен көлемі, инерциалығы аз. Ұқсас режимде жұмыс істегендегі олардың кемшілігі - температура өзгерісі нәтижесіне және қоршаған орта жағдайына (шаңға, сыртқы жарықтандыруға т.с.с) әсері.

4.18. сурет. Компьютер тінтуірі тетігінің жұмыс сызбасы:

1 — жарықдиоды; 2 — оптикалық арна; 3 — фотодиод; 4 — шарик; 5 — ағымды үзуші

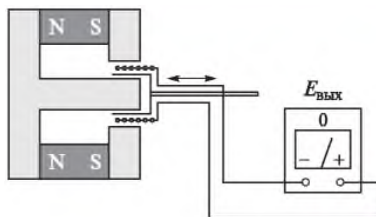


#### 4.2.4. Жылдамдық датчиктері

Бұрын таралған электромагнитті тетіктердің жұмыс істеуі үшін қуат көзі керек. Индукционды тетіктердің олардан өзгешелігі электр энергиясын өздері жаңарта алады. Яғни олар өздеріне ықпал етуші сыртқы механикалық энергияны электрлік энергияға өзгерте алатын белсенді тетіктер.

Индукциялық тетіктердің кіру параметрі дегеніміз шығу сигналында ЭҚК түрінде пайда болатын жылжымалы шарғының (ротор) сызықтық немесе бұрыштық орын ауыстыруының жылдамдығы. Индукциялық тетіктерде электромагнитті индукцияның құбылысы, яғни, осы тізбекті тізетін магнитті ағым өзгерісі кезінде электрлі тізбекте ЭҚК пайда болуын кәдеге жаратады. Пайда болған ЭҚК мөлшері датчик орамасы арқылы өтетін магнитті ағымды өзгерту жылдамдығына байланысты. Сондықтан индуктивті датчиктер сызықтық немесе бұрыштық орын ауыстыру жылдамдықтарын өлшеу үшін (мысалы автокліктердің тахометр немес спидометрінде) қолданылады. Индукциялық тетіктің тағы бір мысалы - магнит өрісінде электр сигналдарына орын ауыстыратын шарғыға байланысты жарғақшаны дыбыстық тербеліске өзгертін магнитоэлектрлік микрофон.

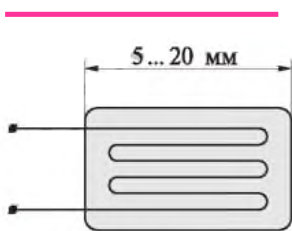
4.19-сурет. Схема работы индукционного датчиктің жұмыс сызбасы



Вибрациялық үдеріс сипатын оқуға мүмкіндік беретін жылжымалы шарғының орын ауыстыру жылдамдығы, тетік жұмысының принципі жайлы 4.19-сурет түсіндіреді.

#### 4.2.5. Деформация датчиктері

4.2.2. бөлімінде қуат пен қысымды деформацияға өзгертушілер қарастырылды. Деформацияны өлшеу арқылы оның әуелгі параметрі көлемін анықтауға болады. Деформация қашанда дене өлшемінің өзгеруімен байланысты. Сондықтан оны өлшеу дененің жоғарғы жағындағы бір участоктың басқаға орын ауыстыруын өлшеуге алып келеді. Егер деформация әжептәуір болса онда бұрын қарастырылған орын ауыстыру тетіктерін, мысалы реостатты, көлемді, индуктивті немесе оптикалық тетікті қолдануға болады. Мәселе деформация өте кішкене болғанда, орын ауыстыру тетіктерімен оны анықтауға мүмкіндік болмағанда туындайды. Сонымен қатар, бұл деформация басқа тәсілдермен оны өлшеу мүмкін болмайтындай, айтарлық үлкен күш салудан пайда болу да ықтимал. Ондайда тензорезистрлер негізінде тензометрикалық тетіктер қолданылады. Бұл тетіктердің жұмысы тензоэффектке, яғни өткізгіш белсенді электрлік кедергісінің механикалық деформация кезіндегі өзгерісіне негізделген. Металл өткізгіштің кедергісі оның ұзындығына пропорционал және көлденең кесік ауданына кері пропорционал екені белгілі. Өткізгіш созылғанда оның ұзындығы артады да кесік ауданы кемиді және мұндай қос жақты ықпал оның кедергісінің айтарлықтай өзгеруіне алып келеді. Негізі тензорезисторлар иірлей салынған жұқа қағазға желімденген, үстінен қорғаныс лағымен жабылған, диаметрі 0,02.. 0,05 мм сым немесе фольгадан жасалынады. Сигналды ары қарай өңдеу ыңғайлы болу үшін манганин, константан немесе нихром тәрізді жоғары үлесті кедергілі қоспасы бар сым пайдаланады. Өткізуші қабат та вакуумда төсемге булаумен (тек металлдар емес жартылай өткізгіштер де буға ұсталынады) дайындалуы мүмкін. Тензорезистор деформацияланатын элементке жабыстырылады.



4.20-сурет. Тензорезистор

Тензорезистордың шығу көлемі, кедергінің өзгеруі, элемент деформациясына пропорционалды. Кедергі сигналдарды қалыптаушы сәйкес құрылғымен кернеуде өзгереді.

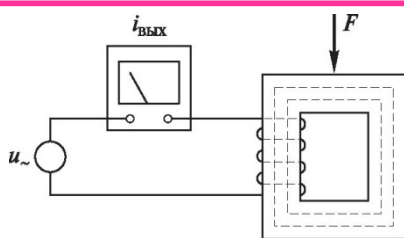
Тензометрикалық тетіктер қарапайым, қымбат емес, өзгерудің желілі функциясы бар, көлемі мен салмағы шағын. Олардың кемшілігі 0,1- ден 5 %-ға дейін.

Тензотетіктердің кемшілігі сезімталдығы төмен, өлшенетін деформация диапазоны көп емес, шыңу сигналы әлсіз, сондай-ақ шығу көлемі температураға тәуелді. Температура тензорезистордың кедергісіне әсер етіп қана қоймайды, зерттелетін элементтің қосымша деформациясын шығарады. Сондықтан жабыстырылған тензорезисторды алдын ала тексеріп алған жөн. (тензорезисторды қайта жапсыруға келмейді, ол бір рет қана қолданылатын бұйым).

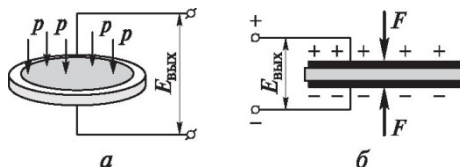
Жартылай өткізгіш тензометрикалық тетіктердің сезімталдығы сымға қарағанда шамамен 100 есе артық, оларға температура әсері де анағұрлым күшті.

#### 4.2.6. Қуат датчиктері

Қуатты өлшеу үшін 4.2.2 бөлінде сипатталған өзгерткіштерді орын ауыстыру немесе деформация датчиктерімен бірге қолдануға болады. Бірақ электрлік сигналдың қуатын тікелей өзгертетін тетіктер де бар. Сондай тетіктердің магнитке серпінді және пьезоэлектрикалық түрін қарастырамыз. Магнитке серпінді датчиктер жұмысының негізінде түсірілген қуат әсерінен ферромагнитті денелердің магнит өткізгіштігінің өзгеруі жатыр. Магнит өткізгішке түсірілген қуатты арттыру (4.21 сурет) өзек материалының магнитті өткізгіштігінің және сәйкесінше ораманың индуктивтігінің кемуіне алып келеді. Нәтижесінде тетіктің шығу көлемі болып есептелетін орамадағы ток өзгереді. Өкінішке қарай, бұл өзгерістер қуат өзгеруінің аздаған диапазонында ғана жүйелі. Магнит серпінді тетіктердің индуктивті және трансформаторлы өзгерткіштерден айырмашылығы тұтас өзегі бар және дросселді де (бір орамамен), трансформаторлы да түрде де бола алады. Трансформаторлы түрдің тетігінде трансформация коэффициенті өзгереді, соның арқасында екінші орамадағы шығу кернеуі өзгереді.



4.21-сурет. Магнитісеріппелі датчик қуатының сызбасы



4.22-сурет. Пьезоэлектрлік тетік қуатының жұмыс сызбасы. а — кристаллға қысым жасау әсері; б — кристалды сығудағы алуан әлеуеттің пайда болуы

Магнит серпінді датчиктердің индуктивті және трансформаторлы өзгертікіштерден айырмашылығы тұтас өзегі бар және дросселді де (бір орамамен), трансформаторлы да түрде де бола алады. Трансформаторлы түрдің тетігінде трансформация коэффициенті өзгереді, соның арқасында екінші орамдағы шығу кернеуі өзгереді.

Магнито серпінді тетіктердің сезімталдығы 1 мВ/Н маңында болады. Оларды тұрақтымен қатар өзгермелі қуатты өлшеуге пайдалануға болады.

Пьезоэлектрикалық тетіктерде қуат ықпалынан керамика (титанат бария) немесе кейбір кристаллдың (кварц) қарама қарсы қырларында пайда болатын алуан атаулы электр заряды пьезоэффект қолданылады. (4.22 сурет). Қырлар арасындағы әлеует алуандығы осындай тетіктің шығу көлемі болып есептеледі.

Кристаллдан зарядтар қоршаған орта арқылы кететін болғандықтан өзгеріссіз салынған күш кезінде әлеует алуандығы тез қуатын жояды. Сондықтан пьезотетіктер тек өзгеруші күшті немесе мысалы вибрацияны зерттеу кезіндегі жылдамдықты өлшеу үшін қолданылады. Бұл тетіктердің қолданыстағы кең тараған мысалы күйтабақ ойнатушының дыбыс бәсеңдеткіші мен пьезоэлектрлік микрофоны.

Пьезотетіктердің қарапайымдылығы мен сенімділігі оларды автоматикалық жүйелерде қолдануда жайлылықты қамтамасыз етті.

### 4.2.7. Температура датчиктері

Автоматикалық жүйеде тетіктің термоэлектрлік өзгерту (терможұп) және терморезистор негізінде кеңінен қолдануға болатын екі түрін тапты. Терможұп дегеніміз әртекті екі өткізгіштен құрастырылған электрлі тізбек. Оларды біріктірген жерді ыстық дәнекер дейді. Егер дәнекерленген жер температурасы өткізгіштердің еркін шығаруы температурасынан бөлек



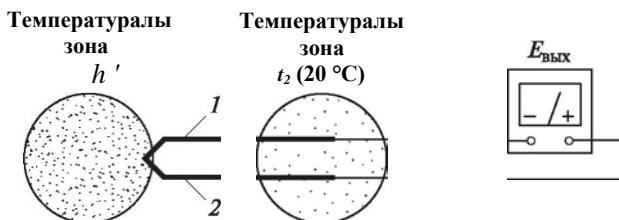
болса шығарымдар арасында электрокозғаушы қуат, шығарым мен дәнекерлеу арасында температуралардың алуандығының пропорционалы пайда болады. Бұл терможұптың жылу энгергиясын тікелей электрлі термо ЭҚҚ –ға айналдыра алатын белсенді тетік екенін көрсетеді. Терможұп шығарымын тұрақты орта, көбіне бөлме температурасымен араластырады және қосылушы жүйенің өлшегіш құрылғысына, дәл өлшемде ерекше талап қойылатын материалға қосады. (4.23 сурет)

Термо ЭҚҚ-ның шамасы термобу қалыптастыратын өткізгіштердің материалына байланысты болады, ол өз кезегінде, өлшенген температураның диапазонымен анықталады. Мысалы:

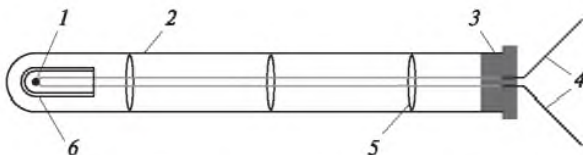
- мыс—константан — 300 °С дейін;
- мыс — никель — 600 °С дейін;
- хромель—копель — 800 °С дейін;
- хромель—алюмель — 1 300 °С дейін;
- платина—платинородий — 1 600 °С дейін.

Терможұп материалдарына қарай термоЭДС (тетіктің шығу көлемі) ондаған микровольттан бастап ондаған милливольтқа дейін құралады.

Ыстық орталар көбіне агрессивті болатындықтан терможұпты электрлі оқшаулайтын, герметикалық болат немесе фарфорлы корпусқа орналастырады. (4.24 сурет). Терможұп өткізгіштерінің бос ұшын ыстық ортаға салу үшін олар ұзын болу керек. Дәнекерленген жердің шағындығына қарамастан терможұптың жұмысшы бөлігінің диаметрі жалпы алғанда бірнеше миллиметр (1 ден 10 ға дейін) және ұзындығы 100ден 1000 мм немесе одан да көп болады. Корпуссыз терможұптарды дәнекерленген жер өлшемі 1 мм-ден кем болмағандықтан температураны нақты анықтау үшін пайдалануы мүмкін.



4.23-сурет. терможұпты тізбек:  
1, 2 — әртекті өткізгіштер



4.24- сурет. Терможұп негізіндегі тетік құрылымы:

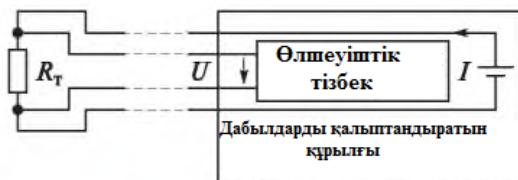
1 — дәнекерленген жер; 2 — қорғаушы құбыр; 3 — тығын; 4 — шығарымдар; 5 — оқшаулағыш; 6 — фарфорлы ұштық

Терможұптар 1500 ...2 500 °С диапазонындағы өте жоғары температураларды өлшеуге арналған жалғыз құрал.

Терморезистор дегеніміз терможұп корпусына ұқсас қорғау корпусына салынған, жартылай өткізгіш біліктен немесе бұралған сымнан жасалған аспап. Корпустың жоғары жылу өткізгіштігі терморезисторге жылу беруді қамтамасыз етеді. Өзгеру кезінде кедергі мен өткізгіштердің және жартылай өткізгіштердің температурасы әрқилы өзгереді. Өткізгіштердің кедергісі температура өсуімен іс жүзінде желілеп артса, жартылай өткізгіштердікі керісінше желіле түседі.

Металл терморезисторлар арасында мыс және платиналылары аса көп тарады. Олардың ең арзаны мыстан жасалған терморезисторлар (кедергі термометрлері МКТ). Олар -50 .+180 °С диапазонында қолданылады. Платинадан жасалған терморезисторлар (ПКТ) қымбат. Олар (-200...+650°С) дейінгі диапазонда қолданылады және температура өлшеуде өте нақты аспап болып саналады. ( 0,001 °С ден бастап қателеседі).

Терморезисторлардың шығу мөлшері - кедергі. Металл терморезисторлардың жеке кедергісі аз болғандықтан (он ом) өзгерту нәтижесіне байланыс желісінің кедергісі өте әсер етеді. Бұл көбіне арнайы шараларды қабылдауға, негізінен сигналдарды қалыптандыру құрылымының өлшеуші тізбегімен терморезистордың үш немесе төрт желі байланысын пайдалануға мәжбүрлейді. (4.25 сурет). Бұл желіде терморезистор I қуат беретін үлкен ток өткізгіштің бір жұбында кернеудің түсуін айтарлықтай қалыптастырса, есесіне бұл өткізгіш жұбында өлшеуші тізбектегі кіріс кедергісінің жоғары болуынан U терморезисторында кернеу түріндегі ақпараттық сигнал өлшеуші тізбекке ток шын мәнінде еш шығынсыз беріліп жатыр.



4.25-сурет. Датчиктің төртсымды желіге қосылуы

Терморезисторлардың үлкен инерциялылығы (бірнеше минутқа дейін) олардың жылдам ауысатын температураны өлшеуіне жол бермейді.

Жартылайөткізгіш терморезисторлар жоғары сезімталдықты, кішкентай габаритті өлшемге ие және абсолютті нөлге жақын ( $-270^{\circ}\text{C}$ -ден) температураны өлшеуге мүмкіндік береді. Олардың негізгі кемшілігі — өзіндік кедергісінің өте үлкен диапазонынды түрлендіру функциясының айтарлықтай сызықсыздығы (4.1-кесте), бұл өлшеуші тізбектің құрылуын қиындатады. Сонымен,  $269^{\circ}\text{C}$  температурадағы ТПК-620 терморезисторының кедергісі 10000 Омды құрайды, ал  $20^{\circ}\text{C}$  – бар-жоғы 0,002 Ом.

Жартылайөткізгіш терморезисторлардың көпшілігінің жұмыс диапазоны  $-50 \dots +300^{\circ}\text{C}$ , онда олардың кедергісі жүздеген килоомнан жүздеген омға дейін өзгереді. Конструктивті түрде олар қарапайым кедергіге ұқсауы мүмкін, не болмаса, металл не шыны корпуқа жабылуы ықтимал.

#### 4.2.4. Дискреттік параметрлер датчиктері

Электр белгілерінде датчиктерді түзетін негізгі дискреттік параметрлерге объектінің жағдайын («қосылған-қосылмаған», «ашық-жабық» және т.б.) және объектілердің санын жатқызуға болады. «Жағдай» параметрінің жеке жағдайы деп «код» параметрін (операциялар, ұстанымдар және т.б.) санауға болады, ол, жағдай сияқты, кейбір белгілер немесе белгілер жинағы бойынша анықталады.

Алдында айтылғандай, кез-келген ұқсас (яғни, үздіксіз) параметр дискреттелген болуы тиіс, яғни, белгілі шамаға бір-бірінен ерекшеленетін мәндер жиынтығын ұсынады. Өңделетін станоктың суппорты  $0, 10, 20^{\circ}$  және т.б. айналу бұрышының белгіленген мәндері болуы мүмкін. Айналу бұрышы – шамасы ұқсас, бірақ, егер суппорттың жағдайы нөмірленсе, онда біз дискреттік шамалармен —

ұстаным кодтарымен: 1, 2, 3 және т.б. жұмысы болады. Қандай бұрыш суппортта осы кезде бұрылғандығы туралы ақпарат алу үшін, бұрыштық ауысу датчигін пайдалануға болады, бірақ, егер суппортта, ол бойынша суппорттың ұстаным кодын анықтауға болатын көрсеткіш болса, онда жағдай датчигін қолдануға жеңіл.

Жағдай мен сан датчиктері арасындағы айырмашылық келесіде болады. Жағдай датчигі объекті жағдайының екі немесе бірнеше белгілерінің біріне сәйкес келетін электр белгісін құрайды. Мысалы, қозғалтқыш қосылса – датчиктің шыға берісінде белгі бар; қозғалтқыш сөніп тұрса – датчиктің шыға берісінде белгі жоқ. Белгінің болуы және жоқтығы объект жағдайы туралы ақпаратта бар.

*Сандар датчигі* бір белгі болған кезде белгіні қалыптастырады (мысалы, конвейерге бұйым болған кезде), одан кейін бастапқы қалпына келеді. Осы белгінің әрбір кезекті пайда болуы кезінде жаңа белгі қалыптасады, яғни, осы белгінің болуы пайдалы ақпаратта болады.

Сан датчигінен белгілер дискреттік белгілерді өңдеу құрылғысына – түскен белгілердің санын есептейтін есептегішке келіп түседі, яғни, датчик байланысатын объектілердің саны. Жағдай датчигінен белгілер басқа құрылғыға – құрылғының операторы немесе басқарушысы датчик байланысатын объектінің жағдайы туралы айтатын тізілімге түседі.

Ұқсас кіріс шамасы кезінде датчиктер болады, дискреттік шығыс белгісін қалыптастырады. Осындай түрдегі қарапайым датчигі - *контактті* (4.26-сурет). Оның кіріс параметрі – ауысу; дискреттік шығыс шамасы – электр тізбектің ілесуі, ол нөлге тең болуы мүмкін (контактілер жұмылған) немесе шексіз үлкен (контактілер ашық). Кіріс параметрінің дискреттілігі, датчик оның бастапқы жағдайына қатысты қозғалатын шток ауысуының екі мәнін ғана білдіреді; немесе белгілі мәннен аздың ауысуы және контакт ашық немесе көбірек және контакт жабық. Осындай датчикті, мысалы, шеткі жағдайға жеткен қозғалмалы элементті басқару тізбегінің соңғы сөндіргіші немесе конвейерде детальдардың шеткі көлемін бақылау үшін қолданылуы мүмкін. Оның ақаулығы өте аз болуы мүмкін – шамамен 1 мкм.

Оптикалық датчиктердің дискреттік белгілерін қайта түзу үшін кеңінен қолданылуы мүмкін. 4.2.3-тараушасында дискреттік режимде жұмыс істейтін ұқсас шамасын қайта түзуші ретінде (бұрыштық ауыстырушы) ретінде оптикалық датчиктің жұмысы қарастырылған.

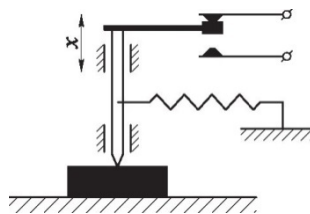
Бірақ, ол жағдай датчигі ретінде де, сондай-ақ, сан датчигі ретінде де қолданылуы мүмкін.

Бірінші жағдайда, оның жағдайы бақыланатын объект, мөлдір емес «жалаушамен» жабдықталуы тиіс, ол объектінің бір жағдайы кезінде сәулелегішті қабылдағышқа тоқ көзінен жарық ағымын жабады, ал басқа оның жағдайында, осы ағымды жабады. Яғни, сәулелендіргіш қабылдағышындағы тізбекте тоқ жоқ немесе бар. Егер объектінің бірнеше жағдайы (қалпы) мүмкін болса, онда әр түрлі жалаушалардың жағдайы кезінде әр түрлі дәрежеде ағымды қысуы мүмкін (мысалы, 20 %-ға, 40 %-ға және т.б.). Яғни, тоқ қабылдағыш тізбегінде дискреттік мәнін қабылдайды. Жалаушаның рөлін бақылаушы объектінің өзі орындауы мүмкін.

Сан датчигінің режимінде тоқ көзі және сәулелендіргіш қабылдағышы, есепке жататын әрбір кезекті объект оптикалық арнаны жабатындай және сәулелендіргіш қабылдағышынан кезекті белгі есептегішке берілетіндей етіп орналасады.

Оптикалық датчиктер, онда бақылаушы объектімен механикалық контакт болмауымен ыңғайлы. Олар технологиялық параметрлерді өлшеу және бақылау үшін ғана емес, сонымен қатар, қызмет көрсететін персоналды қауіпті аймаққа кіруінен қорғау үшін қолданылады. Осындай жағдайда, датчиктен белгі персоналды қауіпсіздік туралы ғана ескертпейді, сонымен қатар, қажет болған кезде, автоматты түрде адамдардың жаракаттануын болдыртпау үшін сөндіру қажет.

Дискреттік байланыс датчигінің алғашқы механикалық қайта түзгіштермен комбинациясы релейлі деп аталатын ұқсас параметрдегі дискреттік датчиктерді құруға мүмкіндік береді. Контактті датчик механикалық қайта түзгіштің жанында орналасады, оның шығыс шамасы ауыстыру болып табылады (мысалы, күштің серіппелі қайта түзгіші, қысымның сифондық қайта түзгіші немесе биометалмен – температура). Параметрдің берілген мәніне жеткен кезде, араласатын элемент шығыс белгісін қалыптастыра отыра, датчик контактісін жұмады. Кері бағытта параметрді өзгерткен кезде, контактілер қайтадан жабылады, сонымен қатар, контактілердің жабылуына және ашылуына сәйкес келетін параметрлердің мәндеріндегі кішігірім айырмашылығы бар (гистерезис).



4.26-сурет. Ауыстырудың контакті датчигі

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

---

1. Датчикке анықтама бер.
2. Некеліктен нақты электр белгісінде датчик технологиялық параметрге қайта түзіледі?
3. Қандай датчиктер белсенді деп аталады? Оларды атаңыз.
4. Пассивті датчиктердің негізгі шығыс параметрлерін атаңыз.
5. Датчиктердің негізгі сипаттамаларын атап айтыңыз.
6. Ауыстыру датчиктерінің түрлерін атап айтыңыз. Олардың кіріс және шығыс шамасы не болып табылады?
7. Деформацияның, күштің негізгі датчиктерін атаңыз. Олардың кіріс және шығыс шамалары не болып табылады?
8. Температураның негізгі датчиктерін атаңыз. Олардың кіріс және шығыс шамалары не болып табылады?
9. Дискреттік параметрлердің негізгі датчиктерін атаңыз. Олардың жұмысының негізіне қандай принциптер салынған?

### БЕЛГІЛЕРДІ ҚАЙТА ТҮЗУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ

Егер адам қатты шаршаса, онда, мысалы, оған қарсы келе жатқан танысын көрмеуі немесе бірден есік қоңырауын ести алмауы мүмкін. Бірақ, оның датчиктері – көз бен құлақ – ақпарат алған және оны жүйке жүйесіне түскен белгіге айналдырған. Неліктен ми осы белгілерге әрекет етпеді? Мүмкін, олар мүлдем әлсіз болғасын ба – қатты шаршағаннан сіздің жүйке жүйеңіз осы белгілердің қажетті күштерін қамтамасыз етпеді немесе оларды басқа түскен белгілердің (кедергілердің) негізінде айыра алмады.

Техникалық жүйеде, датчиктерден түскен белгілер мүлдем әлсіз немесе кедергілермен ілесуі мүмкін, сондықтан да, оларда белгілерді қайта түзетін құрылғыларға бөлу қажет.

Белгілерді қайта түзетін құрылғы қамтамасыз етеді:

- Белгілерді өңдеу аппаратурасына датчиктерден түсетін ақпараттық белгілерді беру және атқарушы механизмдерге басқарушы белгілер;
- Датчиктер белгілерін алдын ала өңдеу (нормалау);
- Белгілерді күштеу;
- Белгілерді коммутирлеу;
- Дискреттікке ұқсас шамаларды қайта түзу және керісінше;
- Оқиғаларды есептеу;
- Ақпаратты сақтау;
- Атқарушы механизмдер үшін басқарушы белгілерді қалыптастыру.

Технологиялық процестермен басқарудың заманауи жүйелеріне жүздеген датчиктер мен атқарушы механизмдер кіреді. Олардың әрбіреуін, көбінесе, технологиялық жабдықтардан үлкен қашықтықта орналасқан басқару аппарату расына қосу қажет. Әрбір датчиктен осындай қашықтыққа жеке кабель салу қымбат және қомақты, біршама арзан және көп сымды кабельді қолданған дұрыс. Бірақ, бір датчикті қосу үшін барлығы 2 ...4 сым жеткілікті. Осындай жағдайда ымыраға келетін жағдай учаскеде қосу желілерін бөлу болып табылады, олардың әрбіреуінде кабельдің оңтайлы түрі қолданылады, ал учаскелердің түйісуі тиісті қосатын құрылғылармен – ажыратқыштармен және клеммдік колодкалармен қамтамасыз етіледі.

Жабдыққа жақын орналасқан датчиктер бір –біріне жақын орналасқан, топтарға бірігеді және әрбір датчиктен 2- немесе 4-сымды кабель өтеді, белгілердің барлық тобынан көп сымды (бірнеше ондаған сымдарға дейін) кабельдермен беріледі. Кабельдерді түйістіру клеммдік колодкалардың көмегімен жүргізіледі (5.1-сурет). Атқарушы механизмдердің қосылуы ұқсас.

Кабельдер, сымдар, ажыратқыштар және клеммдік колодкалар ауыспалы құрылғының тобын құрайды.

Датчиктің шығыс тізбегі 2- немесе 4-контакті ажыратқышпен аяқталады., ажыратқыштың жауапты бөлігі технологиялық жабдықта тікелей немесе оның жанында орналасқан клеммдік колодкалармен қосылады. Клеммдер жиынтығы бар клеммдік колодкалар,



5.1-сурет. Клеммдік колодка



Қосушы сымдарды, ережеге сай, винтпен қосуға мүмкіндік береді. Сымдардың шеттері жинақталуы тиіс. Датчиктер үшін қосу сымдары ретінде тиісті қиылысты басқарудың 2- немесе 4-сымды кабельдер қолданылады (қалыпты жағдайда 0,35 немесе 0,50 мм<sup>2</sup>). Атқарушы механизмдерді қосу үшін 4-тен 10-ға дейін сымдары бар кабельдерді қолданады, өйткені, олар бойынша басқару белгілері ғана берілмейді, сонымен қатар, ИМ жағдайы датчиктерінен белгі қабылдайды.

Екінші жағында клеммдік колодкалар ақпараттық (датчиктерден берілетін белгілер) және басқарушы (ИМ-ге берілетін басқарушы белгілер) кабельдер қосылады. Бұл, технологиялық жабдықтарды басқару аппаратурасымен қосатын көп сымды кабельдер, олар тікелей ЭВМ жанында және технологиялық жабдықтардың маңызды арақашықтығында (бірнеше километрге дейін) орнатасуы мүмкін.

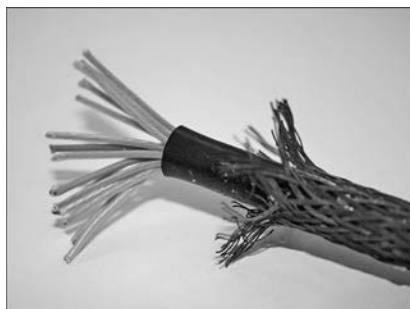
Технологиялық жабдықтан белгіні басқару аппаратурасына дейінгі жолда, сыртқы электр және магнитті алаңдардың әсер етуімен туындайтын әр түрлі өзгерістерден өтеді. Егер осы әсерлер күшті болса, онда пайдалы ақпарат өзгереді және қателері бар басқару аппаратурасына ауысады. Қателерді жою немесе азайту үшін белгілі шаралар қабылданады. Бұл, ең алдымен, кабель түрлерін дұрыс таңдау және осы төсемелердің тәсілдерін таңдау.

Ақпараттық және басқару кабельдері ретінде негізгі қолдануды КУПВ және КУПР маркалы кабельдер —поливинилхлоридтік және резеңке оқшаулауында басқару кабельдері қолдау тапты.

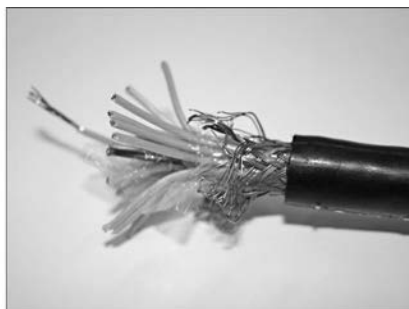
0,35; 0,50; 0,75 и 1,00 мм<sup>2</sup> кабельдері сымдарының қиылысы; оқшауланған көп сымды мыс сымдарының саны – 4-тен 37-ге дейін. Өнеркәсіптілік жеке экрандалған сымдармен және құйылған сымдар жұптарымен мыс сымдарынан жнемесе алюминий фольгасынан жалпы экранмен кабельдер шығарылады. Механикалық зақымдардан қорғау үшін кабельдер сыртынан болат сымнан брондалады – брондалған кабельдер (5.2-сурет, а).

Жалпы мыс экраны (5.2-сурет, б) сымдар бойымен сыртқы ауыспалы электр алаңдарынан өтетін белгілерді қорғайды. Жеке экрандалған сымдары бар кабельдер (5.3-сурет, а) бір кабельмен берілетін белгілердің өзара әсерін алып тастау үшін қолданылады. Бұл аз қуатты белгілерге, мысалы, температура датчиктерінен келетін белгілерге қатысты.

Сымдардың құйылған жұбы (5.3-сурет, б) кабельді трасс трансформаторлардың, дәнекерлеуші аппараттардың, электр қозғалтқыштардың және т.б. жанында жұмыс істейтін сыртқы магнит алаңдарынан берілетін белгіні қорғайды.

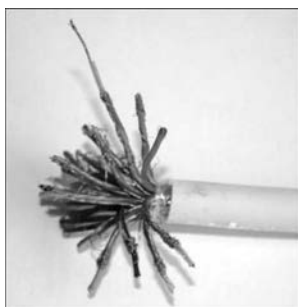


а

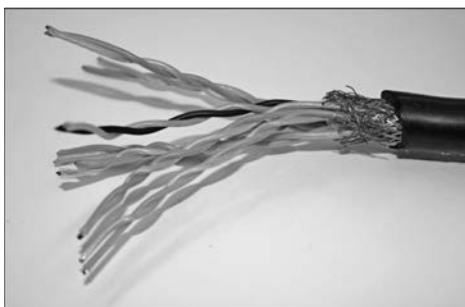


б

5.2-сурет. Брондалған (а) және экрандалған (б) кабельдер



а



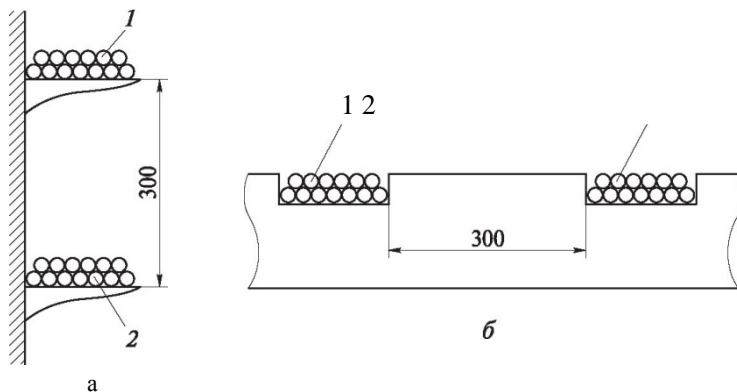
б

5.3-сурет. Экрандалған сымдармен (а) және құйылған жұптармен (б) кабельдер

Құйылған жұптың сымынан асатын, ауыспалы магнит алаңы электромагниттік индукция заңына сәйкес онда белгілі белгісімен ЭДС келтіреді. Айналу кезеңіне тең ұзындықта, ЭДС белгілері қарама-қарсы және сомалық ЭДС нөлге тең. Айналу кезеңі аз болған сайын, соғұрлым магниттік алаңның берілетін белгіге әсері азырақ.

Белгілерді беруде үлкен рөлді ақпараттық және басқару кабельдерін салу тәсілі ойнайды. Төсеудің аса қолайлы тәсілдері – лотоктарда және қораптарда. Екі жағдайда да, датчиктерден әлсіз белгілерге қуатты басқару белгілердің әсер етуін болдыртпауда өз лотоктарында басқарушыдан жеке (5.4-сурет, а) немесе өз қораптарында (5.4-сурет, б) салу ұсынылады. Сонымен қатар, лотоктар (қораптар) арасындағы аралық кем дегенде 300 мм болуы тиіс.

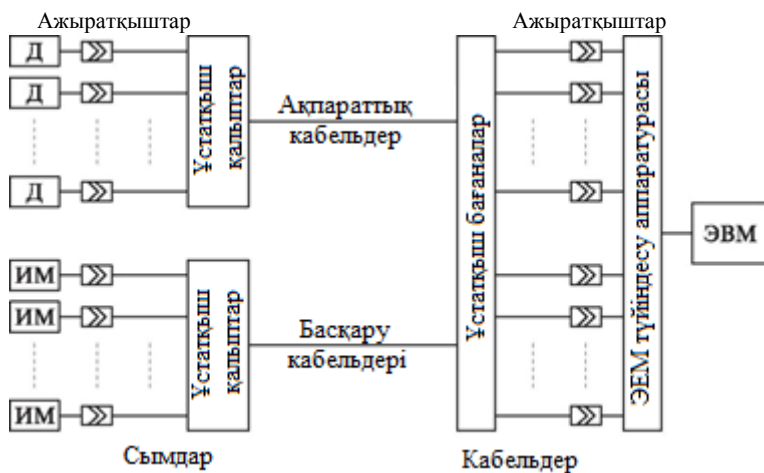
Аппаратура тарапында ақпараттық және басқарушы кабельдердің шеттерін басқару келтіріледі және клеммдік тіректерге қосылады,



5.4-сурет. Кабельдерді лотоктарға (а) және қораптарға (б) салу:  
 1 — ақпараттық кабельдер; 2 — басқару кабельдері

Олар өздігінен арнайы рельстерде орналасқан клеммдік колодкалар жиынтығын білдіреді. Бір жағынан, осы колодкалар кабельге қосылады. Екінші жағынан, басқару жүйесінің блоктарына қосылатын ажыратқыштармен аяқталатын кабельдер қосылады (белгілерді нормалау құрылғылар, еске сақтайтын құрылғылар, шығыс регистрлер және т.б.).

Ауыспалы құрылғылардың барлық кешені 5.5-суретте көрсетілді.



5.5-сурет. Ауыспалы құрылғылардың кешені:  
 Д — датчик; ИМ — атқарушы механизм

Осылайша, белгі беру процесіндегі ауыспалы құрылғылар, қалған АСУ ТП техникалық құралдар сияқты маңызды рөл атқарады.

## 5.2.

## БЕЛГІЛЕРДІ НОРМАЛАУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ

### 5.2.1. Жалпы мәліметтер

Нормалау деп, оларды күшейтуден және ұқсас-сандық қайта түзуден басқа, ұқсас датчиктерімен белгілерді кез-келген қайта түзу саналады. Нормалау құрылғылары технологиялық процестерден әсер ететін операторға немесе атқарушы механизмге дейін технологиялық параметрлер датчиктерінен жолда белгілерді өңдеудің ең бірінші құралдары болып табылады.

Осы құрылғылардың қажеттілігін тудыратын негізгі себептер болып табылады:

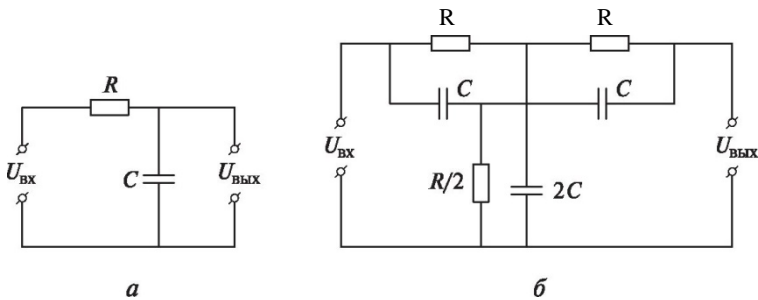
- Ауыспалы қуат түрінде ақаулар белгісіне, негізінен, жұмыс жабдықтарымен, электрмен жабдықтау желілерімен және басқару жүйесінің өзімен құрылатын қуатты басқарушы белгілермен құрылған негізгі өнеркәсіп жиілігінде 50 Гц салу.

- Белгілердің одан әрі қайта түзуін қамтамасыз ететін құрылғылардың сипаттамаларымен датчиктер мен белгілер параметрлерін келісу қажеттілігі.

Белгілерді нормалау құрылғысы бірнеше элементтерден – резисторлардан, конденсаторлардан немесе индуктивтілік катушкаларынан тұратын қарапайым электр тізбектерін білдіреді. Олар белгілерді одан әрі түзуді жүргізетін күшейткіштердің, ұқсас-сандық қайта түзгіштеріне және басқа да құрылғыларына барынша жақын орналасады.

### 5.2.2. Фильтрлер

Жібергіштерден және реледен іске асатын өнеркәсіптік жиіліктен және әсіресе жоғары жиілікті ақаулардан келтірілген ақауларды әлсіздендіру резистор  $R$  и конденсатор  $C$  (5.6-сурет, а) кіретін қарапайым  $RC$ -фильтрлердің көмегімен қамтамасыз етіледі. Көптеген белгілер үшін бұл схема жеткілікті басуды қамтамасыз етеді, бірақ, қажет болған кезде, осындай екі буынды қосуы мүмкін. Фильтр конденсаторында үлкен сыйымдылық бар (ондағаннан бастап жүздеген



5.6-сурет. ЯС-фильтрлер:  
*а* — бірбуынды; *б* — екілік Т-тәрізді

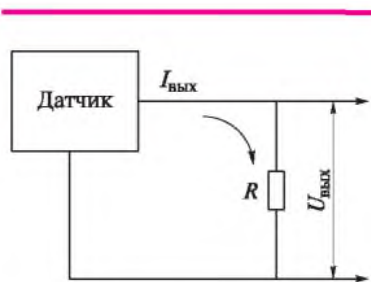
микро фарад), сондықтан да, электролиттік конденсаторларды қолданады, ал онда бар индуктивтілікті қолдана отыра өтеу үшін кішігірім сыйымдылықтағы бір конденсаторды параллельді жиі қосады.

Егер технологиялық процесте аса қуатты өнеркәсіптік немесе басқа да жиіліктегі қуатты электромагнитті алаңды құратын агрегаттарды қолданса, онда бір жиілікте белгілерді қатты басуды қамтамасыз ететін екілік Т-тәрізді фильтр қолданылады (5.6-сурет, *б*).

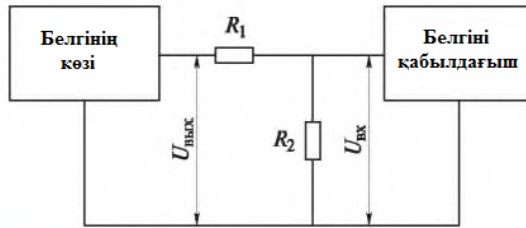
### 5.2.3. Кернеуде тоқты қайта түзушілер

Бірқатар датчиктердің шығыс белгісі тұрақты тоқ болып табылады, сол кезде, белгілерді одан әрі өңдеу құрылғысы кернеу түрінде кіріс белгісімен жұмыс жасайды. Кернеу белгілерінің 4 тоқтық белгілерінде қайта түзу  $i_{\text{ВЫХ}}$  кейінгі құрылғылардың кірісіне параллельді кіретін резистордың көмегімен жүзеге асырылады (5.7-сурет).

Резистордың кернеуі датчиктің барынша максималды мүмкін шығыс тоғынан және өлшеу құрылғысының кіретін жерінде максималды қол жетімді кернеуден анықталады. Сонымен қатар, белгі деңгейі жоғары болғанша, соғұрлым ақаулардың әсері азырақ және қайта түзу нақтылығы көбірек. Сонымен қатар, құрылғының кіріс кернеуін есепке алу қажет.



5.7-сурет. Тоқты қайта түзуші



5.8-сурет. Аттенюатор

Резистордың нақтылығы және тұрақтылығы барлық қайта түзгіштің нақтылығынан көрінеді, сондықтан да, резистордың нақтылығы өлшеу құрылғыларының кемшіліктеріне сәйкес келуі тиіс.

### 5.2.4. Аттенюаторлар

Кейбір датчиктер, технологиялық жабдықтардың және белгілерді қайта түзу құрылғыларының дискреттік белгілерінде кейінгі құрылғылардың кіріс белгілерінің максималды қолжетімді деңгейінен асатын шығыс кернеуі бар. Мысалы, дискреттік датчиктен 12 В кернеу келіп түседі, ол кезде, резисторлардың және есептегіштердің стандартты кіріс кернеуі барлығы 5 В құрайды. Осындай жағдайда, белгілерді әлсіздендіру үшін аттенюаторларды қолданады.

Аттенюатор, немесе кернеуді бөлгіш екі кезекті қосу резисторларынан  $R_1$  және  $R_2$  тұрады, олар белгі көзінің шығысына қосылады  $U_{\text{вых}}$  (5.8-сурет). Кернеу  $U_{\text{вх}}$  келесі құрылғыда осы резисторлардың бірінен, мысалы,  $R_2$ -нан беріледі. Ол шығыс белгімен салыстырғанда,  $n$  есеге көрсетіледі, онда  $n = (R_1 + R_2)/R_2$ .

Шамасы  $n$ , идеалда нөлге тең және кейінгі құрылғының кіріс кернеуінде, идеалда шексіз үлкен болатын белгі көздерінің шығыс кернеуіне байланысты болады. Аттенюатордың нақтылығы резисторлардың нақтылығымен емес, оның орнына олардың кернеулерінің қатынасын сақтау нақтылығымен анықталады, сондықтан да, оларды бірден жұппен тандайды.

### 5.2.5. Мосттық өлшеу тізбектері

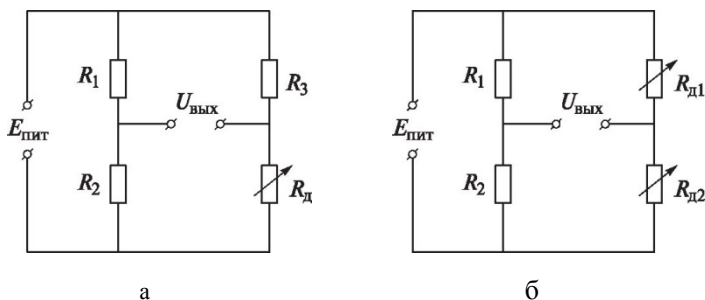
Алуан түрлі типтегі параметрлік датчиктерде кернеу, индуктивтілік немесе сыйымдылық сияқты электр параметрлерінің бірін өзгертуде шығыс шамасы ретінде болады.

Проблема, параметрлерде датчикте кіріс әсері болған кезде кез-келген мәндері болатындығында. Нәтижесінде, осы параметрлердің одан әрі өңдеуге ыңғайлы шамасына қайта түзгеннен кейін – кернеу – датчикке нөлдік әсер ету кезінде оның нөлдік емес мәнін алады, яғни, технологиялық параметрлердің нөлдік мәні кезінде. Яғни, бұл, технологиялық процестің параметрлері туралы ақпаратты қабылдауда қиындата отыра, оператор үшін де, сондай-ақ, белгілерді одан әрі өңдеу құрылғысы үшін де қиын болады.

Кернеудің осындай қозғалысын болдыртпау үшін датчиктен белгі түсетін кіріс белгінің нөлдік деңгейіне сәйкес келетін болады. Ұқсас жағдай өткізейік: фонтанның жоғары ұратын ағысының биіктігін өлшеу үшін нөлдік деңгей ретінде жердің деңгейін емес, оның орнына, фонтан сопласы тұрған деңгейді алу қажет, әйтпесе, қосылып тұрған фонтан кезінде бірнеше метрге нәтижесін алуға болады. Нөлдік деңгейдің қозғалысы, оған нөлдік әсер ету кезінде датчиктен белгіге тән кернеуді құру қажет және осы кернеуден белгі мәнін есептеу қажет. Бұны мосттық өлшеу тізбегінің көмегімен жасауға болады.

5.9-суретте, **a** үш резисторлармен  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  және  $R_d$  датчиктің шығыс кернеуімен түзілген мосттық тізбек көрсетілген. Олар кернеу көзінен ток алады  $E_{пит}$ . Резисторлардың кернеуі,  $R_1/R_2 = R_3/R_A$  таңдалады. Яғни, кернеудегі ток  $R_2$  және  $R_A$  бірдей және олардың айырмашылығы  $i_{вых}$  нөлге тең. Бұл кернеу мосттық тізбектің шығыс шамасы болып табылады.

Технологиялық параметр тарапынан датчикке әсер еткен кезде, датчик кернеуі  $R_A$  өзгереді, яғни,



5.9-сурет. Мостық өлшеу тізбектері:

**a** — қарапайым; **б** — сараланған датчиктер үшін

ондағы кернеу де өзгереді. Енді ол кернеумен  $R_2$  және осы кернеулердің айырмашылығымен ерекшеленеді (мосттық тізбектің шығыс белгісі  $U_{\text{вых}}$ ), нөлден ерекше болады, сонымен қатар, ол оң да, сондай-ақ, сол да бола алады.

Келтірілген мосттық тізбек ең қарапайым болады және оның функциясы өте тар диапазонда желілі. Шығыс кернеумен  $R_{a1}$  және  $R^{\Lambda}$  сараланған датчикпен осындай тізбектің жұмысы кезінде (5.8-сурет, б) желілік диапазоны маңызды түрде кеңееді.

Егер датчиктің шығыс шамасы –индуктивті немесе сыйымды болса, онда мосттық тізбек ауыспалы кернеу көзінен ток алуы тиіс (4.12-суретін қара). Осындай жағдайда, тізбек біршама қиындайды, бірақ, оның жұмысының принципі сондай болып қалады.

### 5.3.

## КҮШЕЙТКІШТЕР

*Күшейткіштер* — бұл энергияның сыртқы көзі есебінен белгілерді күшейтетін құрылғы.

Белгілерде әр түрлі физикалық табиғат бар: электр, гидравликалық, пневматикалық және т.б. тиісінше, осы белгілерді күшейткіштер электрлік, гидравликалық және басқа да құрылғыларға жатады. Алдында бірнеше рет айтылғандай, автоматты жүйелерде, ережеге сай, электр белгілер қолданылады. Сондықтан да, бұдан әрі негізінен электрондық күшейткіштер қарастырылады.

Күшейткіштің негізгі параметрлерінің бірі оның күшейту коэффициенті болып табылады. Электрондық күшейткіштерде кернеу бойынша, ток бойынша және қуаттылық бойынша күшейткіштер коэффициентімен ерекшеленеді. Қажетті нақтылықпен белгі шамасын өлшеуге мүмкіндік беретін мәндерге дейін датчиктің әлсіз белгілерін күшейту туралы сөз қозғалғанда (бұл деңгей вольт үлесінен бірнеше вольтқа дейін), кернеуді күшейту қажет:

$$U_{\text{вых}} = K_U U_{\text{вх}}$$

онда  $U_{\text{вых}}$  — күшейткіш шығысындағы кернеу;  $K_U$  — күшейткіш кернеуін күшейту коэффициенті;  $U_{\text{вх}}$  — күшейткіш кірісіндегі кернеу.

*Кернеу бойынша күшейту коэффициенті* – бұл оның кірісіндегі кернеуге күшейткіш шығысында кернеу қатынасы.

Атқарушы механизмдер үшін басқарушы белгілер осы механизмдерге тікелей әсер ету үшін өте әлсіз болады және оларды ток бойынша немесе қуаттылық бойынша қажетті мәніне дейін күшейтеді (киловатқа дейін).



Тоқ бойынша және қуаттылық бойынша күшейту коэффициенттері кернеу бойынша күшейту коэффициенттеріне ұқсас анықталады:

$${}^K I = I_{\text{ВЫХ}} / I_{\text{ВХ}}; {}^K P = P_{\text{ВЫХ}} / P_{\text{ВХ}}.$$

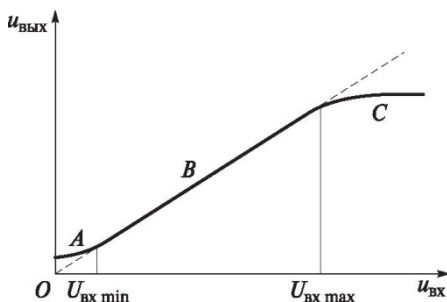
Шығыс кернеуінің кірістен қарағанда барлық диапазонындағы кіріс кернеуінің өзгерістерін күшейткіштің *амплитудалық сипаттама* деп атайды:

$$Ц_{\text{ВВ:Х}} = F(Ц_{\text{Х}}).$$

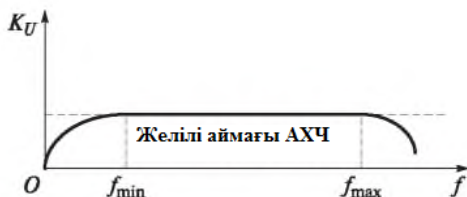
Шынайы күшейткіштің амплитудалық сипаттамасы 5.10-суретте көрсетілген. Сипаттамада үш аймақ бөлінген: *A*, *B* және *C*.

*A* аймағы нөлдік кіріс белгісіне сәйкес келеді, кернеу бойынша күшейткіш шығысында нөлден ерекшеленеді – ол күшейткіш элементтердің ішінде болатын процестермен байланысты шу деп аталатын кернеуге (транзисторлар, микросхемалар) тең, сондай-ақ, сыртқы электромагниттік нысанаға алумен.

Минималды кіріс кернеуден  $u_{\text{вх min}}$ , ол үшін күшейткіштің нақты сипаттамалары осы кепілдіктерді қуәландыратын максималды кернеуге дейін  $u_{\text{вх max}}$  кепіл береді, күшейткіштің амплитудалық сипаттамасы желілі болатын *B* учаскесі созылады. *C* учаскесінде күшейткішті байыту басталады, онда оның шығысындағы кернеу тоқ көзінің кернеуіне жақындағанда және ол күшейткіштің талап ететін коэффициентін қамтамасыз ете алмайды. 5.10-суреттегі штрихтілі сызықта идеалды амплитудалық сипаттама көрсетілген. Әрине, шулардың шынайы кернеуі, 5.10-суретте көрсетілгеннен азырақ. Осылайша көзбен көру үшін көрсетілген.



5.10-сурет. Күшейткіштің амплитудалық сипаттамасы



5.11-сурет. Күшейткіштің амплитудалық-жиілік сипаттамасы

Кіріс кернеудің жиілігі  $f$  өзгерген кезде, күшейткіштің күшейту коэффициенті өзгеруі мүмкін. Тәуелділік  $K_U = F(f)$  амплитудалық-жиілік сипаттама деп аталады (АЖС).

5.11-суретте күшейткіштің шынайы амплитудалық-жиілікті сипаттамасы келтірілген, ол бойынша, күшейту коэффициентінің тұрақтылығы кіріс белгісі жиілігінің  $f_{\min}$ -нан  $f_{\max}$ -ға дейін белгілі диапазонында ғана қамтамасыз етіледі. Төменгі және жоғары жиілікте күшейткіш коэффициенті түседі. Бұл, ең алдымен, конденсаторлардың күшейткіштерде болуымен байланысты, олардың кернеуі ауыспалы токта осы токтың жиілігіне байланысты болады. Заманауи электроникада тұрақты ток күшейткіштері таратылған, оларда каскадаралық конденсаторлар жоқ және күшейту коэффициенті ең төменгі жиіліктерде өзгеріссіз қалады. Штрихтік сызықтар идеалды АЖС 5.11-суретте көрсетілген.

Датчиктерден күшейткіштің кіретін жерінде түсетін белгілерді бақылаудың және басқарудың автоматты жүйелерінде, әр түрлі технологиялық параметрлеріне пропорционалды. Осы параметрлер өзгеруі мүмкін (тез немесе ақырын), сондай-ақ, тұрақты болуы мүмкін. Сондықтан да, осындай жүйелерде тұрақты токты күшейткішті қолдану ұтымды болады, олар тұрақты немесе ақырын өзгертін белгілерді де, сондай-ақ, өте тез өзгертін белгілерді де күшейтеді, ол апаттық жағдайларда, тұрақты немесе ақырын өзгертін мәндері бар параметрлер қысқа уақыт ішінде тез өзгеруі мүмкін кезде өте маңызды.

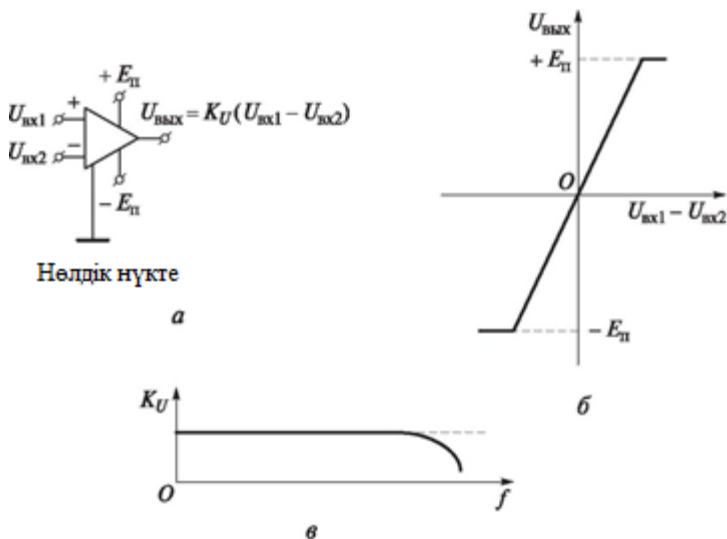
Осындай әмбебап күшейткіштер ретінде қалыпты жағдайда микросхемаларда орындалған операциялық күшейткіштерді қолданады. Күшейтудің өте жоғары коэффициентімен иеленген (ондаған мыңға дейін) және дифференциалды кірісі, яғни, нақты екі кірісі (тура және инвести) бар тұрақты ток күшейткіштері), сонымен қатар, шығыс белгісі осы кірістерде кернеу айырмашылығына пропорционалды:

$$U_{вых} = K_U (U_{вх1} - U_{вх2}).$$

Кернеу екісымды сызықпен берілгендіктен, оны күшейткіштің екі кірісіне немесе күшейткіштің нөлдік нүктесіне қатысты кірістердің біріне апаруға болады. Шығыс белгісі осы нөлдік нүктеге қатысты алынады. Егер кернеу тура кірісте ғана болса, онда  $u_{\text{вых}} = K_U U_{\text{вх1}}$ , ал егер тек инверсті болса, онда  $u_{\text{вых}} = -K_U U_{\text{вх2}}$ .

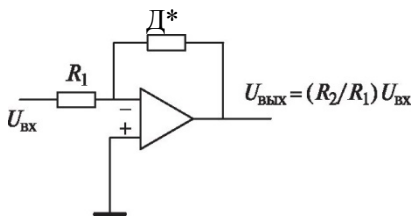
5.12-суретте принципалды схемаларда операциялық күшейткіштердің шартты белгілері, оның амплитудалық және амплитуда жиілікті сипаттамалары көрсетілген. Кіріс белгісіне байланысты, операциялық күшейткіштің шығыс кернеуі оң да, сондай-ақ, теріс те болуы мүмкін, ол екі кернеу көзінен күшейткішке ток берумен қамтамасыз етіледі:  $+E_{\text{п}}$  и  $-E_{\text{п}}$ . Егер шығыс кернеуі осы мәндерге жеткен кезде, күшейткішті байыту басталады және оның амплитудалық сипаттамасы өзгереді.

Операциялық күшейткішті күшейту коэффициентін, оның инверстік кірісіне күшейткіштің шығысымен теріс кері байланысты енгізе отыра, жеңіл реттеуге болады (5.13-сурет). Шығыстағы кернеуді өзгерту инверстік кірісте кернеуді өзгерту белгісі бойынша қарама-қарсы болады, яғни, осы кернеу қарама-қарсы фазада болады. Кернеудің бір бөлігін шығыстан кіріске бере отыра, кіріс белгісін ішінара басуға болады,



5.12-сурет. Операциялық күшейткіш:

**а** — графикалық белгі; **б** — амплитудалық сипаттама ( $+E_{\text{п}}$ ,  $-E_{\text{п}}$  — күшейткіш ток көзінің кернеуі); **в** — АЖС



5.13-сурет. Теріс кері байланыспен операциялық күшейткіш

осылайша, күшейткіш коэффициентін азайтады, сондықтан да осы кері байланысты теріс деп атайды. Қажетті коэффициент кері байланыс тізбесінде резисторлардың бірінің кедергісін өзгерту есебінен орнатылады (қалыпты кезде  $R_2$ ). Кері байланыспен күшейткіш коэффициенті  $K_{oc}$  тең деп есептеуге болады:

$$K_{o.c} = R_2/R_1.$$

Күшейткіштің үлкен коэффициентімен және кері байланысымен операциялық күшейткіштер автоматты жүйеде компаратор – кернеуді салыстыру құрылғысы ретінде қолданылады.

Егер осындай күшейткіштің екі кірісіне екі кернеуді берсе (екі кернеу үші де екінші нүкте – күшейткіштің нөлдік нүктесі), онда алдында келтірілген формулаға сәйкес  $i_{вых} = K_u (i_{вх1} - i_{вх2})$  шығыстағы кернеу кіріс белгілерінің әр түрлілігіне байланысты болады. Бірақ, күшейткіштің үлкен коэффициенті кезінде кернеудің ең аз айырмашылығы байыту жағдайында күшейткішке шығарады, ол кезде оның шығысындағы кернеу тоқ көзінің кернеуіне тең болады. Егер бір кернеу шамалы үлкен болса, онда басқасынан шамалы азырақ болса, онда күшейткіштің шығыс белгісі  $-E_n$  д-ен  $+E_n$ -ге дейін және кері секіретін болады.

Осылайша, дискреттік белгілерді өндеудің құралдарымен жеңіл тіркелетін компаратордың шығысындағы үлкен өзгеріс кернеуді салыстырудың өте сезімтал құрылғыларын құруға мүмкіндік береді. Мысалы, бір кірісте параметр датчигінен  $i_{вх}$  белгі берілуі мүмкін, ал екінші кірісте – осы параметрдің мәніне шектік қолжетімділік кезінде датчик белгісіне тек тұрақты кернеуге  $U_0$  беріледі. Енді, осы параметр шектік мәнінен асады, кернеу  $i_{вх}$   $U_0$ -нан асады, ол апаттық белгі ретінде жүйені қабылдайтын компаратордың шығысындағы кернеудің ауысуын тудыртады.

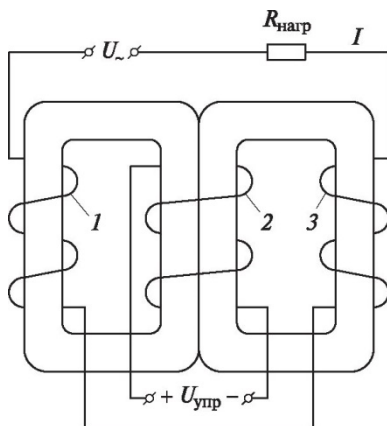
Күшейткіштің  $K_u$  өте үлкен коэффициенті кезінде компаратордың іске қосылуына әкелетін кернеу түрлілігі ( $i_{вх1} - i_{вх2}$ ), төтенше аз, компаратор оның кірісінде кернеу теңдігін бекітеді деп санауға болады.

АСУ ТП атқарушы механизмдермен басқару үшін кішігірім күшейту коэффициентімен (100.....500), бірақ, үлкен шығыс қуаттылығымен 200 Вт-қа дейін) тұрақты және ауыспалы тоқты транзисторлық күшейткіштер қолданылады.

Егер атқарушы механизмдермен тұтынатын қуаттылық киловаттарды және одан да көбін қолданса, онда *магниттік күшейткіштер* қолданылады. Олардың жұмысы күшті магниттік алаңдарда ферромагниттік материалдардың байыту жағдайына асу қабілеттілігіне негізделеді.

Ауыспалы кернеу көзінен тоқ алатын магнитті күшейткіштер және орамдар 1 және 3 (5.14-сурет)  $t/_$  онда магниттік ағымды құратын және жүрекшеден өтетін ауыспалы магнит алаңын жасайды. Электромагниттік индукцияның заңына сәйкес, осы ағым көбірек болған сайын, айналу жүрекшесінде бар индуктивтілік көбірек және олар арқылы өтетін тоқ азырақ. Егер жүрекше байыту жағдайына кірсн, онда одан өтетін магнит алаңы онда үлкен магниттік ағымды құра алмайды. Индуктивтіліктің нәтижесінде айналым маңызды түрде азаяды, ал ол арқылы өтетін тоқ өседі. Осылайша, жүрекшенің байыту жағдайына ауысуын басқара отыра, айналым тізбегіндегі тоқты – күшейткіштің шығыс шамасын басқаруға болады.

Магниттеуді 2 айналдыруға берілетін тұрақты кернеуді басқаратын мәнін  $i_{упр}$  өзгерте отыра, байытуға болады. Бұл кернеу магниттік күшейткіштің кіріс шамасы ретінде қарастырылады. Оны ұлғайтқан кезде, жүрекше материалы байыту жүрекшесіне жақындайды, сонымен қатар, басқару кернеуінің кішігірім өзгерісі кезінде айналымдағы тоқтың  $I$  (шығыс шамасы) маңызды өзгерісіне әкеледі.



5.14-сурет. Магнитті күшейткіш схемасы:  
1 ...3 — айналымдар

Магниттік күшейткіштердің қарапайымдылығы және үлкен шығыс қуаттылығы автоматты жүйелерде оларды кеңінен қолдануға әкеледі. Олардың негізгі кемшілігі – үлкен инерциялық.

## 5.4.

## САНДЫҚ ҚҰРЫЛҒЫ

---

### 5.4.1. Жалпы мәліметтер

Автоматиканың сандық құрылғылары – бұл, ережеге сай, дискреттік режимде жұмыс жасайтын электрондық құрылғылар, яғни, олар тек белгілі бекітілген жағдайда ғана бола алады. Олар сандық деп, олардың жағдайы сандармен белгіленгендіктен аталады: 1, 2, 3-е және т.б. сандық құрылғылар сандық құрылғы болып табылатын ЭВМ-нен қолданғандықтан, ЭВМ арифметикалық-логикалық құрылғысында операцияларды орындау үшін ыңғайлы есептеудің екілік жүйесіндегі сандардың жағдайын білдіру үшін қолданылады. Екілік жүйесінде екі санын есептеу: 0 және 1, бірақ, ондық жүйеде сияқты разрядтар бар. Сондықтан да, сандық құрылғылардың жағдайын, мысалы, келесідей белгілеуге болады: біріншісі 0 санымен белгіленеді; екіншісі – 1 санымен; үшіншісі – екінші разрядты кіргізуді талап етеді және 10 білдіреді (он емес, ал бір – нөл), төртіншісі – 11 (бір – бір), бесіншісі – 100 (бір – нөл – нөл), алтыншысы - 101 (бір – нөл - бір) және т.б.

Автоматты жүйелердегі сандық құрылғылар қолданылады:

- дискреттік параметрлер датчиктерінен ақпаратты алу және сақтау үшін (объектілердің жағдайы және саны);
- датчиктерді сұрату тәртібін таңдау;
- дискреттік басқару әсерлерін қалыптастыру («қосу-сөндіру», «ашу-жабу», «5 қалпына ауыстыру» және т.б.);
- операцияны орындау кезектілігін басқару;
- ЭВМ-мен ақпаратты алмастыру.

Мысалы, бағдарламалық-логикалық басқару режимінде сандық құрылғылар осындай операциялар кезектілігін қамтамасыз етеді:

- П1 қосқышты қосу;
- К1 клапанды ашу;
- Жүйедегі қысым Р1 мәніне жеткенде, В1 вентелі 30°-ға ашылады (3 қалып) және т.б.

Аталған функцияларды орындайтын барлық сандық құрылғылар триггер негізінде жасалады.

## 5.4.2. Триггерлер

*Триггер* — бұл теңдіктің екі тұрақты жағдайы бар және электрондық реле рөлін атқаратын құрылғы.

Триггердің жағдайы 0 және 1 сандарымен белгіленген. Электрондық триггердің негізін негізгі деп атайтын екі транзисторлық элементтер құрайды (5.15-сурет). Транзистор кілтінде екі жағдайдың бірінде болуы мүмкін: немесе ол ашық, яғни, ол арқылы тоқ өтеді немесе ол жабық, яғни, тоқ жоқ. Триггерде кілт, егер олардың бірі ашық жағдайда болса, онда екіншісі – міндетті түрде жабық және керісінше болатындай етіп қосылған. Ашық транзистор кезінде, оның шығысындағы кернеу нөлге жақын, ал жабық кезінде – тоқ көзінің кернеуіне жақын. Сондықтан да, ашық жағдайы 0-мен белгіленеді, ал жабығы – 1.

Егер жабық транзистордың кірісінде кернеудің ашық импульсы түссе, онда ол транзисторды ашық жағдайға ауыстырады және транзистордың шығысында кернеу азаяды, яғни, белгі 0 қалыптасады. Сонымен қатар, алдында ашық екінші транзистор,

(Инверсті шығыс) Триггер шығысы



5.15-сурет. 0 жағдайындағы триггер

жабық жағдайға көшеді және оның шығысындағы кернеу өседі (1 белгі). Егер ашылатын импульс екінші транзистордың кірісіне түссе, онда қайтадан триггердің алғашқы жағдайы орнатылады.

Транзисторлардың бірінің шығысын барлық триггердің шығысына қабылдай отыра, біз, триггердің жағдайын 0 және 1 деп белгілей аламыз. Импульстық триггердің бір кірісіне түсуі оның 0 жағдайын белгілесе, ал екінші кірісі – 1 жағдайында болады. Триггердің 0 жағдайы қалыпты жағдайда қалыптыға қабылданады; сонымен қатар, триггердің шығысы деп транзистордың осы жағдайында ашық шығысты есептейді, онда кернеу 0-ге тең (0 белгі). Бұл шығысты тура деп, ал басқа транзистордың шығысын –инверстік деп атайды. Сандық құрылғыларды, мысалы, импульстарды есептегіштерді құрған кезде, тура да, сондай-ақ, инверстік шығыс белгілерін қолданады.

Транзисторлардың кірісін, кіріс импульстары екі транзисторға түсетіндей етіп қосып, тағы да бір триггердің кірісін – есептіккі ұйымдастыруға болады. Осы кірісте ашық импульсты берген кезде, осы сәтте жабық жағдайда болатындай етіп ашылады. Триггерді ауыстырған кезде бір транзистор жабылса, онда басқасы, есептік кіріске импульстардың түсуі триггерді бір жағдайдан екіншіге және кері кезектеп ауыстырады, ол импульстарды есептегіштер ретінде оларды пайдалануға мүмкіндік береді.

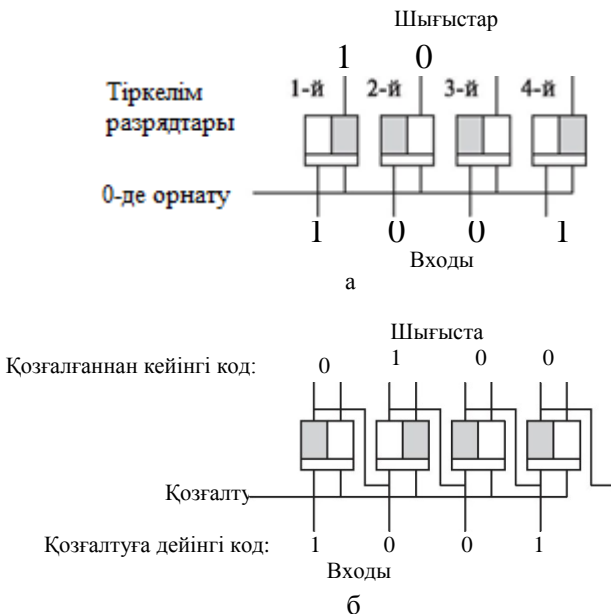
### 5.4.3. Регистрлар

*Регистр* — бұл екілік нысанда ұсынылған ақпаратты сақтауға арналған құрылғы.

Регистр қондырғының жалпы кірісімен триггерлердің тобын 0-ге ұсынады. Барлық триггерлер тәуелсіз болатын регистр параллельді деп аталады (5.16-сурет, а). Белгілер (мысалы, дискреттік датчиктер), нөл мен бірлік үйлесімінде регистрлер шығысында түзе отыра, барлық триггерлердің кірісіне параллельді түседі (параллельді код). Регистрді шығыс жағдайына орнату үшін жалпы кірісте қондырғыларды барлық триггерлерде орнату 0 тиісті белгіні береді.

Бірқатар жағдайда, мысалы, компьютер процессорында екілік кодтармен операцияларды орындау кезінде немесе коммутаторды басқару үшін регистрге енгізілген код орнын бір немесе бірнеше разрядқа ауыстыруды талап етеді. Ол үшін триггерлерді қозғалмалы регистрлерді түзе отыра, 5.16-суретте, б көрсетілгендей қосылады. Ол кезекті триггерлерді тізбекке қосады,





5.16-сурет. Төрт разрядты регистр:

**a** — параллельді; **б** — қозғалмалы

қондырғының жалпы белгісі 0-де бір разрядта сақталатын ақпаратты қозғалту белгісі болады. «Қозғалту» белгісі түскен кезде, 1 жағдайында болатын әрбір триггер 0 жағдайына ауысады және сонымен қатар, 1 қондырғысында импульсты келесі триггерге береді. Егер келесі триггер 0 жағдайында болса, онда ол осы импульсты 1 жағдайына орнатады. 0 жағдайындағы триггер келесі триггерге ауыса алмайды.

#### 5.4.4. Есептегіштер

*Импульстарды есептегіштер* — бұл оның кірісіне түсетін электр импульстарды есептеуге арналған құрылғы.

Импульс сандарын есептеу нәтижелері екілік кодына, яғни, екілік сан түрінде ұсынылады.

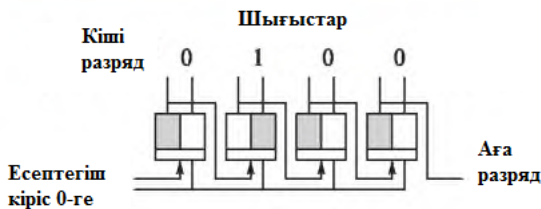
Есептегіштер триггер базасында құрылады. Бір триггер өздігінен екілік санының бір разрядын ұсынса, онда, мысалы, 8-разрядты санды құру үшін, сегіз триггер талап етіледі. Триггерлер, 5.17-суретте көрсетілгендей, кезекті қосылады.

Есептегіште жылжымалы регистрлерден айырмашылығы импульстар триггерлердің есептегіш кірісінде беріледі. Әрбір келген импульстардың арқасында, триггерлердің жағдайын ауыстыру, қандай жағдайда ол осының алдында болғандығынан болады. Бірақ, келесі триггерге импульс, жылжымалы регистрге түсетіндей етіп түседі, алдыңғы триггер 1 жағдайынан 0 жағдайына ауысады. Триггер шығысындағы белгілер екілік санды қалыптастырады, оның мәні импульс есептегішіне түсетін санына тең.

Есептегіш есептей алатын импульстардың максималды саны оның мүмкін жағдайының санына тең, яғни, есептегіш триггерлер жағдайының әр түрлі комбинациялар санына тең. Осылайша, екі триггерлермен есептегіштер үшін мүмкін жағдайдың саны – төрт; олар есептегіш шығысындағы екілік сандарға сәйкес келеді 01, 10 және 11. Үш триггерлер кезінде жағдайлар саны – сегіз 000-ден 111-ге дейін. Жалпы жағдайда, егер триггерлер есептегішінде  $n$ , есептегіштердің әр түрлі жағдайлар саны  $2^n$ -ға тең. Осылайша, 8-разрядты есептегіш  $2^8 = 256$  дейін есептеуге мүмкіндік береді.

Триггерлер арасындағы байланысты ұйымдастыруға байланысты, есептегіштер соммалануы немесе есептелуі мүмкін. 5.17-суретте көрсетілген есептегіш *сомаланады*; оның әр түрлі жағдайларының саны  $2^4 = 16$ . Кіріс импульстары түсетін бірінші триггер, кіріс импульстарға түседі, есептегіш шығысында 4-разрядты екілік санның кіші разрядын түзеді; соңғысы триггер кірісінен аға разрядты түзеді.

Импульстарды есептеу қалай өтеді? Ең алдымен барлық триггерлер 0 жағдайында болады, есептегіш шығысында – 0000 саны. Бірінші кіріс импульсы кіші разрядтың триггері 0 жағдайына ауысады, ал есептегіш шығысындағы саны 0001 болады. Екінші импульс осы триггерді 0-ге қайтарады, бірақ, осындай ауысым екінші разрядты 1-ге триггерді ауыстырады; шығысқа саны— 0010 (нөл-нөл-бір-нөл). Үшінші импульс кіші разрядтағы триггерді 1-ге береді; сонымен қатар, екінші разрядтағы триггер өз жағдайын ауыстырмайды. шығыс саны - 0011. Төртінші импульс кіші



5.17-сурет. Импульстардың төрт разрядты есептегіші (шығыс санында 0010)

оның шығыс белгісі екінші разрядтағы триггерді 0-ге ауыстырады, ал осы триггердің шығыс белгісі 3-ші разрядтағы триггерді 1-ге ауыстырады; есептегіш шығысындағы сан - 0100. Бесінші импульс кіші разрядты 1 жағдайына ауыстырады, басқа разрядтарға әсерді көрсетпейді, шығыс саны - 0101.

Осылайша, 15-ші импульс есептегішті 1111 жағдайына орнатқанға дейін болады. Келесісі, 16-ші импульс шығыста 10000 санын орнатуы тиіс, бірақ, осы есептегіште төрт разряды ғана болады (төрт триггер), шығыстағы сан тек төрт кіші разрядтарға, яғни, 0000-ге тең болады. Осылайша, есептегіш нөлдік жағдайға қайтарылады және жаңа есепке дайын.

Қажет болған жезде, есептегішті шығыс жағдайына мәжбүрлі орнату «0-ге орнату» командасына түседі және барлық разрядтарда триггерлер 0 жағдайына орнатылады.

**Есептімін есептегіш** ұқсас жасалады, бірақ, аға разрядтағы триггердегі белгі инверстіктен емес, оның орнына әрбір триггердің тура шығысына түседі. Әрбір разрядтың триггері өз жағдайын өзгертеді, онда алдыңғы триггер 0-ден 1 жағдайына ауысады. Есептегіш кірісінде кезекті импульсы түскен кезде, екілік саны оның шығысында 1-ге азаяды.

Сомалау да, сондай-ақ, түскен импульстарды есептеу **реверсивті** деп аталады. Оларда екі кіріс (біреуі – сомалық импульстар үшін; екіншісі – есептеу импульстары үшін) немесе есептеу режимінде салу режимінен есептегішті ауыстыру мүмкіндігімен бір кіріс және керісінше.

## 5.4.5 Коммутаторлар

**Коммутатор** — бұл белгілі бір тәртіпте түрлі элекрлі тізбектерді оларға арналған жалпылама құрылғыға қосып және ажырататын электрондық және электромеханикалық қосқыш.

Коммутаторлар басқарушы элементтер мен қосқыш элементтерден тұрады. Олар қадамдық жұмыс жасайтын қондырғылар қағидаттарымен жұмыс жасайды: әр қадам сайын тізбектердің бірін қоса отырып, коммутатордың бір элементі іске қосылады.

Коммутатордың басқарушы элементі болып, әдетте қосарланған немесе жылжымалы тіркегіш табылады. Қосарланған/Параллельді тіркегіш ЭЕМ-дан дәл қазір коммутатордың қосқышы немесе ажыратқышына қосылуы тиіс тізбек нөмірінің кодын алады. Жылжымалы тіркегішті тізбектерді қосу реттілігі алдын-ала белгілі болған жағдайда қолданады.

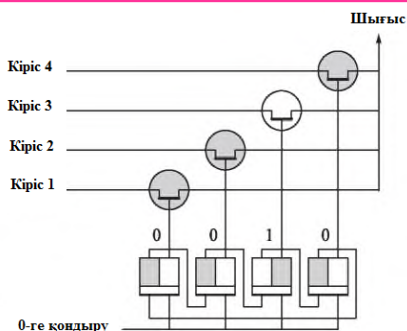
Бұндай жағдайда жылжымалы тіркегішті оның соңғы триггерінің

ажыратқышын алғашқы қосқышымен жалғастыра отырып шеңберлейді де, алғашқы триггерді 1 жағдайға алып келеді. Егер ендігі кезекте тіркегішке жылжу импульстерін беретін болса, онда әрбір импульспен тіркегіш триггерлері 1 жағдайға кезекпен ауыса бастайды, яғни шығу сигналдық белгісі тіркегіштің барлық ажыратқышында кезекпен пайда бола бастайды. Нәтижесінде электрлік тізбектер коммутатордың қосқышына (ажыратқышына) кезекпен қосыла бастайды, онымен қоса, соңғы тізбекті қосқаннан кейін бұл үрдіс қайта қайталанатын болады. Осылайша қосылған жылжымалы тіркегіш сақиналы есептеуіш деп аталады.

Қайта қосылғыш элементтер байланысты және байланыссыз болуы мүмкін.

Байланысты элементтер ретінде, көбінесе, жылжымалы электрлік байланыстардың жылжуымен қайта қосылатын тізбектер болып табылатын электромагниттік реле қолданылады. Реле кең ауқымдағы және басқарушы сигналдың аз қуаттылығы жағдайындағы тоқ күші тізбегін қайта қосуға қабілетті. Олар ең кіші тоқтар (микроамперлер) және кейбір датчиктерден (микровольттар) келіп түсетін тоқ күштерін байланыстыруда маңызды болып табылады. Заманауи реле көлемі жағына шағын, бағасы да арзан, температураның кең ауқымында жұмыс істейді. Олардың кемшілігі — жоғары инерциялығы (қосылу уақыты — бірден жүзге дейін миллисекунд).

Айтарлықтай жылдам әрекет етуде байланыссыз жартылай өткізгішті қайта қосқыш элементтер – транзисторлар мен тиристорларды (қосу барысында микросекундтарды құрайды) айтуға болады.



5.18-сурет. Жылжымалы тіркегішті байланыссыз коммутатор (қою түсті кілттер жабылған]

Транзисторлы кілттердің жұмыс жасау тәртіптері бұған дейін 5.4.2.бөлімде қарастырылған болатын. Коммутацияланатын тізбектердің өзара байланысын азайту мақсатында қайта қосқыш элементтер ретінде, жабық күйінде өте жоғары қарсылық күшке ие *өрістік транзисторлар қолданылады*. Тиристорлар өте жоғары ток күштерін қайта қосуға қабілетті (жүздеген амперлерге дейін), алайда олардың жылдам әрекет етулері төмен болып келеді.

5.18 суретте жылжымалы тіркегішпен басқарылатын, төрт қосқышты және бір ажыратқышы бар өрісті транзистордағы байланыссыз коммутатордың сызбасы келтірілген.

Төрт қосқышты және бір ажыратқышы бар коммутаторлар *мультиплексорлар* деп аталады және әдетте оларға арналған ортақ күштегіштің немесе балама-сандық қайта қосқыш қосқышына датчиктерден келіп түсетін сигналдық белгілерді кезекпен қосу үшін автоматтық жүйелерде қолданылады. Бір қосқышты және төрт ажыратқышы бар коммутаторлар *демультиплексорлар* деп аталады және қажетті басқарушы механизмге басқарушы сигналдық белгілерді беру үшін қолданылады.

## 5.5.

## САНДЫҚ –БАЛАМА ЖӘНЕ БАЛАМА-САНДЫҚ ҚАЙТА ТҮРЛЕНДІРУЛЕР

### 5.5.1. Сандық балама қайта қосқыштар

Бұған дейін қарастырылған техникалық құралдар балама және дискретті параметрлер де мен сигналдармен де жұмыс жасайды. Автоматтық жүйелер өзегі — ЕВМ — тек сандық кодтармен жұмыс жасайды. Бір жүйе аясында осы барлық құралдарды және олармен шешілетін есептеулерді біріктіру үшін шамалардың өзара түрлену мүмкіндігін иелену қажет. Бұл мәелені сандық-балама және балама-сандық түрлендіргіштер шешеді.

*Сандық балама түрлендіргіштер (ЦБТ)* — бұл сандық кодты осы кодтың эквиваленті – ондық санға сәйкес келетін балама шамаға түрлендіреті құрылғы.

Әдетте ЦБТ ажыратқыш шамасы болып электрлік кернеу немесе ток күші табылады.

Андық балама түрлендіргішінің жұмысы есептеудің екі еселенген/қосарланған жүйесіне негізделеді. Қосарланған жүйеде есептеулерде екі сан ғана болады — 0 және 1, бірақ ол, ондық жүйе сияқты белгілі бір жағдайды білдіреді, яғни әрбір санның осы құрамдағы «салмағы» оның осы сандағы жағдайына (сандық разрядына) байланысты болып табылады. Ондық жүйеде әрбір жоғары разряд алдыңғысынан 10 есе көп болып «саналады/салмағы болады».

Сонымен, 555 сандарындағы сол жақтағы бестік (2-ші разряд), ортаңғы бестікке (1-ші разряд) қарағанда 10 есе «салмақты», ал ортаңғы бестік, өз кезегінде, оң жақтағы бестіктен (0-ші разряд) 10 есе «көп» болып табылады. Бұл сандарды келесідей түрде жазуға болады:

$$555|0 = 5 \cdot K^2 + 5 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0.$$

Қосарланған жүйеде разрядтардың есептелуі 2 рет ерекшеленеді: 111 санында (бір – бір - бір) сол жақтағы бірлік (2-ші разряд) ортаңғысынан (1-ші разряд) 2 есе «көп», ал ортаңғы бірлік оң жақтағысынан (0-ші разряд) 2 есе «көп». Бұл сандарды келесідей түрде жазуға болады:

$$1112 = 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

Бұл жазба сандық баламалау түрлендіргішінің жұмыс істеу қағидатын білдіреді: қосынды жүйедегі кез-келген санды реттілік жүйедегі сандар жүйесінің негізінде (2) осы санның шамадағы нөмірлік жағдайына (яғни, разряд нөміріне) тең (0 немесе 1) санның туындысы ретінде қарастыруға болады, мысалы:

$$101101012 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

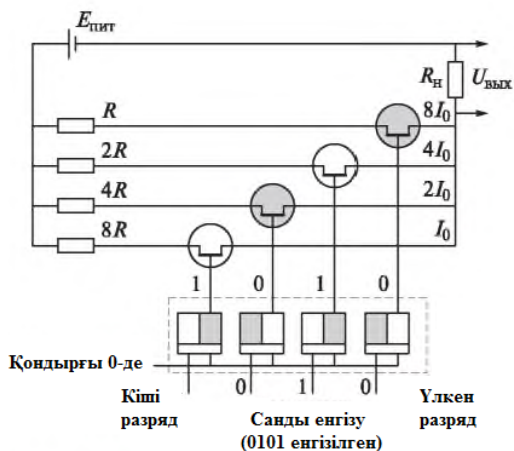
Басқалай айтқанда, кез-келген қосындылы санды осы санда 1 болып табылатын барлық разрядтардың «қосындысы» ретінде қарастыруға болады.

ЦБТ жүзеге асырылуы үшін алынатын шаманың «қосынды бірлігін» таңдау қажет, мысалы, ең аз шамалы разряд «қосындысына» тең болатын кернеу немесе тоқ күшінің шамасын айтуға болады. Одан кейін, 1 саны кездесетін санның әрбір разрядында бұл «қосынды бірлігі» аталған разрядтың «қосындысына» көбейтіледі, одан кейін барлық разрядтардың кернеулері мен тоқ күштері қосылады. Мысалы, бұған дейін келтірілген 10110101 қосынды саны үшін 1 МА тоқ күшіндегі «қосынды бірлігі» ретінде таңдалуы барысында, аталған санға сәйкес келетін тоқтың соңғы күші келесідей анықталады:

$$\begin{aligned} I_{0110101} &= 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 = \\ &= 128 + 32 + 16 + 4 + 1 = 181 \text{ (МА)}. \end{aligned}$$

181 саны — 10110101 қосынды санының «ондық эквиваленті» деп аталады, сондықтан оның балама шамаға түрленуінің қисынды нәтижесі болып 181 МА тоқ күші табылады.

5.19 суретте 4-разрядты сандық баламалы түрлендіргіш сызбасы келтірілген, онда әрбір разрядтың «үлесі»  $E_{nt}$  кернеуімен тоқ көзінен қуат алатын  $R_t$  тізбегінің қарысылық күшін таңдаумен анықталады. Әрбір тізбектегі тоқ күшін басқару қосарланған



5.19-сурет. Сандық баламалы түрлендіргіш [боялған кілттер жабылған]

тіркегіш көмегімен жүзеге асырылады. Резисторлардың қарсылық көрсетуді таңдау әрбір үлкен разрядтар сайынғы қосылуы оның алдыңғысына қарағанда екі есеге жолғары болып келеді

Барлық ток күштері  $U_{\text{вых}}$  түрлендіргішінің шығу шамасы болып табылатын кернеудегі ток күшін түрлендіруші қызметін атқаратын  $RH$  жүктемесінің қарсылығына қосындыланады.

Бұл жағдайда ЦБТ қосылғышына қосындылы 0101 саны берілген. 10 және 410 ток ағыны өтегін транзисторлап ашық. Күш түсу жағдайында олар қосындыланып және 5/0 (5 — 0101 санының ондық эквиваленті) ток күшіне тең шығу кернеуін құрайды.

Осы тектес сандық балама түрлендіргіші 12 разрядтық тіркегішке ие, яғни оның түрлі жағдайларының саны 4096 тең. Қайта қосылатын тізбектердің қуаттау кернеулері түрлендіргіштің шығу сигналдық белгісі  $-5,12$  тен  $+5,12$  В дейін болатындай таңдалады; түрлену қателігі — шамамен 1 %, кернеудегі қосындыланған түрлену уақыты — бірден ондаған микросекундтарды құрайды.

### 5.5.2. Уақытқа қарай кванттау және деңгейге қарай кванттау.

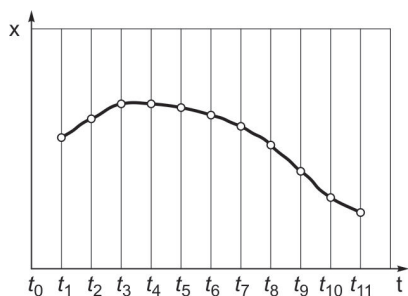
Түрлі технологиялық параметрлердің көбісі баламалы болып табылады, яғни, уақытқа қарай үздіксіз өзгертін болып табылады. Сандық құрылғыны — EBM — технологиялық үрдістерді бақылау және басқаруда қолдану екі ұрақтың шешілуін талап етеді: балама параметрлерді уақыттың қандай кезінде өлшеу қажет және қарапайым түрде болуы мүмкін (әрине, берілген шектеулерде)

параметр шамасын нақты санға қалай түрлендіруге болады. Осы сұрақтың жауабы екі үрдіспен байланысты: уақытқа қарай кванттау және деңгейге қарай кванттау — баламалы (үздіксіз) сигналдардың дискретті (тіркелген, олай болса, үзілісті түрде бір-бірінің артынан ілеспелі) шамалармен ауыстырылуы.

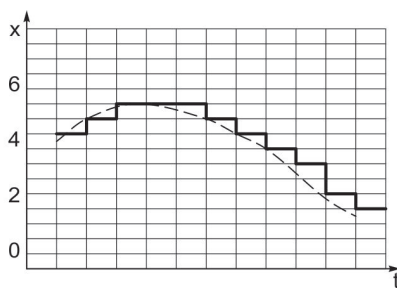
3 тарауда бұған дейін «дискретті шама» және «дискреттік сигнал» түсінігі қарастырылды. Баламалы сигналдың дискреттіге ауысуы сигналдың квантталуы деп аталады.

Уақытқа қарай кванттау кезінде баламалы (үздіксіз) сигналдардан өлшеуіш аппаратура кезекті өлшеуін жассау барысындағы кезге сәйкес келетін оның бөлек бір шамалары бөлініп шығады, яғни бұл сигналдың сандық кодқа түрленуі орын алады. Сигналдың түрлену кездері 5.20-суретте көрсетілген, онда  $a$   $t_1, t_2$  және тағы басқалар сияқты. Дөңгелектер арқылы туынды болып табылатын осы кездегі сигналдар шамасы белгіленген (5.20, *a*-суреті қараңыз). Сигналдардың түрлену кездері неғұрлым сирек болса, соғұрлым ол екі түрленулер арасындағы уақытта тым көп өзгеріске ұшырауы мүмкін, сәйкесінше, оның түрлену дәлдігі төмендейді. Сондықтан, кіру сигналы неғұрлым жылдамырақ өзгеретін болса, соғұрлым оның түрленуі жиі орын алады, яғни, квантталу жиілігі жоғары болуы тиіс.

Деңгейге қарай кванттау үздіксіз  $x$  сигналдардың мүмкін мәндерінің барлық ауқымына толтырылатын кванттау деңгейінің шкаласын құруға сай келеді (5.20, б сурет). Кванттау деңгейлері бір-бірінен қолданылатын аппаратураның сигнал өлшеуішінің дәлдігімен анықталатын кванттау қадамына кейінге қалып отырады.



а



б

5.20-сурет. Уақытқа қарай кванттау (а) және деңгейге қарай кванттау (б) балама шамалар.



Кванттау барысында сигнал мәндерінің дәлдегә кванттау шкаласының жақын мәндеріне ауыстырылады, яғни жуықтылады. Бұл 5.20, б-суретте жақсы көрсетілген, онда үзік сызықтарды салыстыру үшін кіріс сигналы көрсетілген. Сәйкесінше, түрлендіру дәлдігін арттыру үшін, өлшеуіш аппарат дәлдігін арттыра отырып, кванттау қадамын азайту қажет болып табылады.

Бақылау және өлшеудің автоматты жүйесінде бір мезетте кванттаудың екі түрі де қолданылады. Уақытқа қарай сигналдарды кванттау шамаларды үздіксіз қадағалау үрдісін импульстік үрдіспен ауыстыруға және осы аралықта басқа да сигналдарды өлшеуге мүмкіндік береді. Сигналдардың әрбірі екі түрлендіру арасындағы уақыт ішінде өзгеріссіз деп саналады. Нәтижесінде, автоматты жүйе үздіксіз сигналды 5.20, б-суреттегідей, жартылай қанық түрде келтірілгендей, үздікті сызық ретінде «көреді».

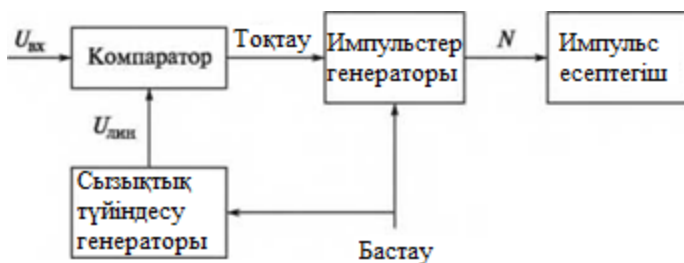
### 5.5.3. Баламалы–сандық түрлендігіштер

Сан түріндегі оператормен енгізіліп және ЭЕМ жадысында сақталатын технологиялық параметрлер шамалары туралы ақпараттар алу үшін немесе атқарушы механизмге басқарушылық әсер етулерді қалыптастырулар есептеулері үшін баламалы датчиктен берілетін сигналдық белгі сандық түрге өзгертілуі қажет. Бұл баламалы-сандық түрлендіргіш көмегімен жүзеге асырылады.

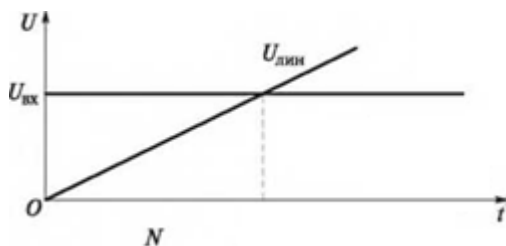
Баламалы-сандық түрлендіргіш — бұл баламалы сигналды сандық кодқа өзгертетін құрылғы.

Баламалы-сандық түрлендірулердің бірнеше түрлері кездеседі, олардың екеуін қарастырып көрейік.

Белгілі бір уақыт аралығында аралық түрлендірулермен БЦТ (5.21-сурет) деңгей бойынша тұрақты, бірақ кіру сигналына пропорционалды ұзақтықтағы кернеу импульсін қалыптастырады. Бұндай түрлендіргіштің жұмыс істеу қағидаты өлшенетін кернеу «Старт» бұйрығы бойынша арнайы генератормен алынатын сызықты өспелі кернеумен салыстырылады. Өлшенетін кернеу *UBX*, неғұрлым жоғары болған сайын, генератор кернеуі де, өлшенетін кернеумен тең түскенге дейін, соғұрлым ұзағырақ өсе бастайды. Кернеулердің теңдесу кезі «Стоп» бұйрығын қалыптастырушы компаратор көмегімен анықталады.



а



5.21-сурет. Блок-сызба [а] және Белгілі бір уақыт аралығында аралық түрлендірулермен БЦТ жұмыс істеу қағидаты [б].

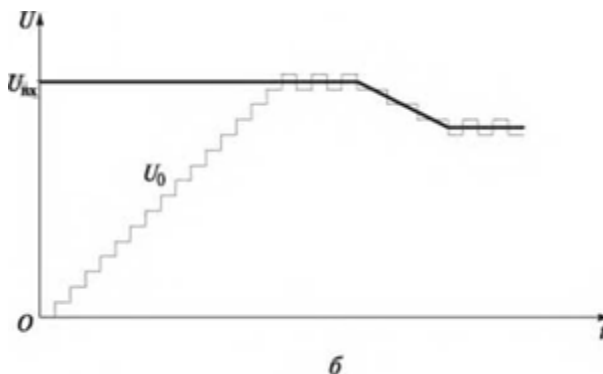
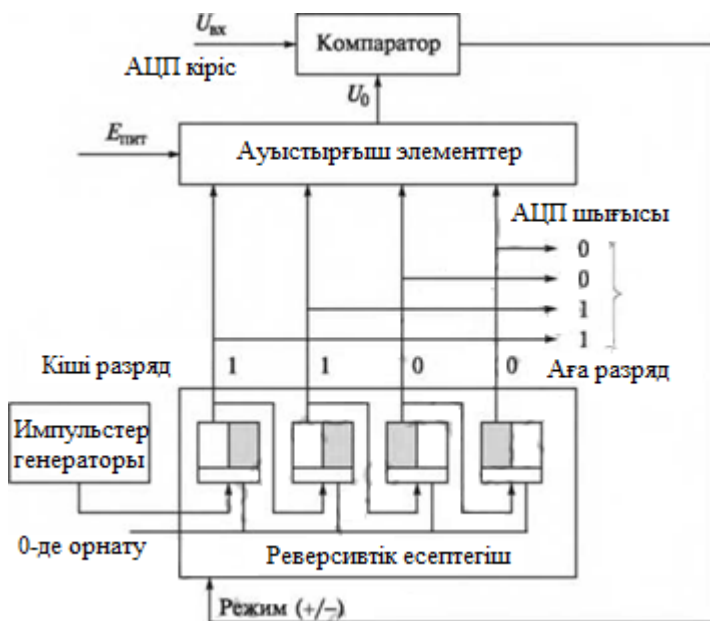
«Старт» бұйрығынан «Стой» бұйрығына дейінгі уақыт аралығы импульстер есептегіштерінің кірісіне келіп түскен  $N$  импульстер шамасының санымен есептеледі. Есептеу нәтижесі, яғни есептегіш шығысындағы код уақыт аралығына пропорционал, сәйкесінше, өлшенетін кернеуге де пропорционал болып табылады.

Бұл түрлендіргіштің қатесі сызықтық өсу кернеуінің генераторының тұрақтылығы және дәлдігіне, сонымен қатар, уақыт аралығын толтыратын импульстер жиілігіне және осы импульстер генераторының тұрақтылығына байланысты. Одан басқа, дәлдік компаратордың сезгіштігіне де байланысты болып табылады.

Бұндай БСТ артықшылықтары — оның қарапайымдылығында, кемшілігі — шудан қорғалудың төменділігі, оның ішінде, нәтиженің бір кездік жағдайға байланысты болатындығымен — компаратормен кіріс кернеуінің нақты мәнін тіркеу кезінде оның сызықты өсу кернеуіне теңдестірілуімен байланысты.

Осы кемшіліктер тек шығыс сандық кодтың кез-келген сәтте кіріс сигналының нақты мәніне сәйкес келетін бақылаушы БСТ табылмайды.

Бақылаушы БСТ блок-сызбасы 5.22, а-суретте келтірілген. Кіріс кернеуінің қосарлы кодқа өзгертілуі реверсивті есептегішпен басқарылатын түрлендіргіш сандық-балама көмегімен жүзеге асырылады.



5,22-сурет. Бақылаушы БСТ:  
 а — блок-сызба; б — кернеу сызығы;

Реверсивті есептегіш бұған дейін айтып өткендей, қосу үшін де, алу үшін де жұмыс істейді, сондықтан да импульстердің оның кірісіне келіп түсуі барысында есептегіш шығысындағы код артып та, сонымен қатар, кеміп те отыруы мүмкін — бұл «Режим» бұйрығы орнатылған есептегіш режиміне байланысты болады.

$U_0$  сандық баламалы түрлендіргіш шығыс кернеуі кірісіне  $U_{вх}$  кіріс кернеуі жалғанған компараторға беріледі. Бастапқы кезеңде есептегіштің барлық триггерлері 0 жағдайына және мысалы, 4-разрядтық есептегіштің — 0000 шығыс кодына қондырылған. Бұл

кодқа  $U0$  кернуінің нөлдік мәні сәйкес келеді.

Әрбір келіп түсетін импульспен есептегіш коды мен СБТ шығыс кернеуі  $C$  Упх-тан артпайынша арта береді (5.22, б-сурет). Осы кезде компаратор іске қосылып және реверсивті есептегішті алу режиміне қондыра отырып, оны қайта қосады. Кезекті импульс арқылы есептегіш коды  $Id$  ейін азаяды; оған қоса, СБТ шығысында кернеу  $U(l)$  кіріс кернеуінен қайта кішірейе түсіп, бір сатыға азаяды. Компаратор есептегішті қайтадан қосу режиміне қайтарып, кезекті импульс есептегіш кодын және  $IW$  кернеуді арттырады. Компаратор қайтадан есептегішті алу/азайту режиміне қайта қосады және тағы басқалар. Нәтижесінде  $U0$  кернеу кіріс кернеуі мәнінің айналасында оған ілескен түрде ауытқиды (сондықтан осындай атауға ие — «бақылаушы БСТ»),

Компаратор кірісіндегі кернеулер кез-келген уақытта тең болып табылатындықтан, ал  $U0$  есептегіш кодымен анықталатындықтан, бұл код сандық эквивалент  $UBX$  болып табылады, демек, баламалы сандық түрлендіргіштің шығыс сигналы болып саналады.

Бақылаушы БСТ қателігі СБТ дәлдігімен, компаратор сезгіштігімен және есептегіш кірісіне келіп түсетін импульстер жиілігімен анықталады: импульстер жиілігі неғұрлым жоғары болса, түрлендіре өзгерту, оның ішінде, жылдам өзгертін кернеулер де соғұрлым дәлірек түрленуге ұшырауы мүмкін. бұндай баламалы-сандық түрлендіргіштер микросызба түрінде шығарылады; түрлену уақыты бірнеше микросекундты құрайды; қателігі— 1 % кем.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Өткізгіш қондырғылар нені білдіреді?
2. Электр өрістерінен сигналдарды қорғау үшін қандай сымдар қолданған дұрыс?
3. Магниттік өрістерінен сигналдарды қорғау үшін қандай сымдар қолданған дұрыс?
4. Басқару сымдарын астаулар мен қораптарда қалайша дұрыс орнатқан жөн?
5. Сигналдарды қалыптандыру қондырғысының рөлі қандай?
6. Сүзігілерді не үшін қолданады?
7. Аттентуаторлар қызметі қандай?
8. Қандай жағдайларда көпірлі өлшеуішті тізбекті қолданады?
9. Күшейткіш дегеніміз не?
10. Электронды күшейткіштің негізгі параметрлері мен сипаттамаларын атаңыз.
11. ТБАЖБ-да қандай кернеу күшейткіштер басым қолданысқа ие және неге?
12. Операциялық күшейткіште күшейту коэффициентін

- қалайша реттеуге болады?
13. Компаратор дегеніміз не?
  14. Магниттік күшейткіш қалай жұмыс істейді?
  15. Сандық құрылғылар дегеніміз не олар қандай мақсатта қолданылады?
  16. Триггер дегеніміз не? Сандық құрылғыларда ол қандай роль атқарады?
  17. Тіргегіш/ регистр дегеніміз не?
  18. Импульс есептегішіне анықтама беріңіз. Оның негізін не құрайды?
  19. 256 импульсті есептегіште санау үшін қанша триггер қажет?
  20. Импульстерді санау қалайша жүзеге асырылады?
  21. Мультиплексор және демультимплексор дегеніміз не?
  22. Сандық баламалы түрлендіргішке анықтама беріңіз.
  23. Сандық баламалы түрлендіргіштің жұмыс істеу негізі неде?
  24. Сигналды кванттау дегеніміз не?
  25. Баламалы –сандық түрлендіргішке анықтама беріңіз.
  26. Баламалы –сандық түрлендіргіштерді құраудың екі негізгі сызбасын атап көрсетіңіз.
  27. Уақыт аралығына қарай үзілісті түрлендірумен БСТ құрамына қандай негізгі элементтер кіреді?
  28. Бақылаушы БСТ құрамына қандай негізгі элементтер кіреді?

### АТҚАРУШЫ МЕХАНИЗМДЕР

Біздің орындауға мүмкіндігіміз бар кез-келген алгоритмнің кез-келген әрекетін бізге табиғаттан берілген әмбебап құрал — қолмен орындаймыз. Оған қоса, ережеге сай, құр қолмен емес, бұрама, қалам, балға, яғни, біздің еңбегімізге әсер ететін қандай да бір жұмыс құралының көмегімен орындаймыз. Біздің қолдарымыздың қозғалысын ми басқарып, қажет ақпаратты датчиктер – көзден алады. Қолдар мимен берілген бұйрықты орындап, және де құралдарды қажетті қозғалысқа келтіреді. Біздің қолдарымыз – еңбек құралдарына тікелей әсер етуші жұмыс органдарын (құралдарды) қозғалысқа келтіретін атқарушы механизмдер деп айтуға болады.

Техникалық жүйелерді қарастырайық. Сонымен, датчиктер технологиялық параметрлер туралы ақпаратты беріп, ЭЕМ оны талдап және басқару сигналдарын шығарды. Бұл сигналдар атқарушы механизмдерге беріледі. Олар басқару тізбегіндегі соңғы элементтер болып табылады және жұмыс (реттеуші) органдарын басқару сигналдарына сәйкес қозғалысқа келтіреді.

ТТ АБЖ-де жетек деген ұғым бар — бұл басқарушы сигналды қабылдаудан жұмыс органына әсер еткенге дейін басқарудың толық үрдісін қамтамасыз ететін элементтер кешені (көбінесе құрылымдық жағынан біріктірілген болып табылады). Жетек өзіне күшейткіш, байланыстырғыш, түрлендіргіш, қорғаныс, атқарушы және басқа механизмдерді қамтуы мүмкін. Біз жетектерді толықтай нақты емес, ал олардың құрамдық элементтері мен жұмыс істеу қағидаттарын зерттегендіктен, осы құрылыстардың негізгі қызметтерін білдіретін атқарушы механизмдерді қарастырамыз.

### АТҚАРУШЫ МЕХАНИЗМДЕР ТҮРЛЕРІ

#### 6.1.

Атқарушы механизмнің қысқашы анықтамасы 3 тарауда берілген болатын, ТТ АБЖ-ға қатысты оны кең ауқымда беруге болады.

*Атқарушы механизмдер* — бұл басқарушы сигналға сәйкес, технологиялық үрдіске тікелей әсер ететін жұмыс органдарының жылжуын немесе орын ауыстыруын жүзеге асыратын қондырғы.

Жұмыс органдары болып келесі қондырғылар табылуы мүмкін: шұра, тиек, жапқыш, құралкүймешік, арбалар, реостаттар жылжытқыштары, қыздырғыштар және т.б.

Жұмыс органдарының қозғалысы келіп түсетін, бұрылмалы (бұрылу бұрышы —  $360^\circ$  дейін) немесе айналмалы (бұрылу бұрышы —  $360^\circ$  жоғары) болуы мүмкін. Жағдай өзгеруі олардың қосылуы мен сөндірілуіне, беріліс коэффициентінің өзгеруіне, реверсивтендіруге (қарама-қарсы бағытқа өзгеруі) және т.б. байланысты мүмкін.

Атқарушы механизмдер құрамына қажетті статикалық және динамикалық сипаттамаларды қамтамасыз ететін бірқатар элементтер мен қондырғылар кіреді. Бұл, мысалы, газ немесе сұйықтық ағынын басқаратын редуктор және таратқыш қондырғы; атқарушы қондырғылар — электрлік, пневматикалық немесе гидравликалық қуатты күшейткіштер; жұмыс органдарының жағдайын білдіретін жағдай датчиктері.

АМ статикалық және динамикалық сипаттамалары төмендегілермен анықталады:

- Сызықтық немесе бұрыштық орын ауыстырудың көлемі немесе жылдамдығымен;
- Орын алған кезбен;
- ақаулармен;
- сезімталдығымен;
- тұрақтылығымен.

Жалпы жағдайда қолданылатын энергия түрлері бойынша атқарушы механизмдерді электрлік, пневматикалық және гидравликалық деп бөлуге болады.

Электрлік АМ үшін энергия көзі болып, ережеге сай, 220 немесе 380 В кернеулі электр желісі табылады. Алайда көптеген АМ 36 В немесе тұрақты тоқта 12,24,27 В кернеуде де жұмыс жасай береді (барлық мүмкін болатын электромагниттік реле, қосқыштар, электромагниттер, электр қозғалтқыштар және т.б.).

Электрлі АМ жұмыс органдарын қозғалту немесе олардың энергиясын қосып-өшіру үшін электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіреді.

*Пневматикалық* АМ энергия көзі болып әдетте шамамен  $6 \cdot 10^5$  Па қысыммен сығылған ауаның зауыттық желісі табылады. Алайда олардың қуатталуы тек сығылған ауаның келіп түсуін ғана қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар, басқа да газдардың түрлі қысымда,  $10^7$  дейінгі қысымда келіп түсуін қамтамасыз ететін бөлек көздермен жүзеге асырылуы мүмкін.

Пневматикалық АМ әдетте, сығылған газ энергиясын жұмыс органдарының жылжуына арналған механикалық энергияға түрлендіреді.

**Гидравликалық** АМ минералдық майлар, спиртглицирин оспасы немесе арнайы сұйықтықтар қысымындағы энергияны пайдаланады. Оған қоса, сұйықтық қысымда болады, себебі ол сығылатын ауа немесе газға қарағанда қысылмайды. Сұйықтық қысымы біршама көлемге дейін жетуі мүмкін, сондықтан АМ кіші көлемдері жағдайында өте жоғары күш түсіріледі. Гидравликалық АМ сұйықтық энергиясын қысым арқылы жұмысшы органдарды жылжытуға арналған энергияға түрлендіреді.

Пневматикалық немесе гидравликалық механизмдерде газ немес сұйықтық ағынын басқару үшін ережеге сай, электр энергиясы есебінен қозғалысқа келтіретін таратқыш қондырғы қолданылады. Сондықтан атқарушы механизмдер электромеханикалық, электропневматикалық және электрогидравликалық болып бөлінеді.

Технологиялық үрдіске әсер ету сипаттамаларына қарай АМ баламалы (пропорционалды) және дискреттік (жағдайлы) болып бөлінеді.

**Баламалы АМ** жұмыс органын басқарушы сигнал көлеміне пропорционал түрде кез-келген жағдай аралығына орналастыра алады (мысалы, шұраны 22 % ашып немесе жапқышты 73° бұрау).

**Дискреттік** аМ жұмыс органын тек белгілі бір тіркелген жағдайға орната алады. Мысалы, қыздырғышқа берілген дискреттік сигнал, оны бірінші, екінші немесе үшінші жағдайға ауыстырып қосуы немесе сөндіруі мүмкін. Дискретті сигналды беру барысында жабын сұйықтық жолын ашып немесе жаба алады.

## 6.2.

## ЭЛЕКТРОМЕХАНИКАЛЫҚ АТҚАРУШЫ МЕХАНИЗМДЕР

### 6.2.1. Электр қозғалтқыштар

Электр қозғалтқыштар ротордың айналуында электр магниттік алаң энергиясын механикалық энергияға айналдырады.

АСУ ТП электр қозғалтқыштарды қолданады, олардың шығыс сипаттамалары басқарушы белгі шамасымен анықталады.



Олар атқарушы немесе басқарушы электроқозғалтқыштардың атауыналды және тұрақты тоқ, ауыспалы тоқ және қадамдық болуы мүмкін.

Күштіктен қарағанда, атқарушы қозғалтқыштардың ерекшелігі, олар ешқашан да номиналды режимде жұмыс істейтіндігі болып табылады. Олардың жұмысы үшін жеке жіберілімдер, тоқтаулар, реверстер тән.

Тұрақты тоқ электр қозғалтқыштарын басқару жеңіл, бірақ, ауыспалы тоқ қозғалтқыштарын басқару жеңілдірек, бірақ, ауыспалы тоқтың қозғалтқыштары аса сенімді, қарапайым және арзан. Қадамдық электр қозғалтқыштары реттеуші органдарды қадамлық ауысын қамтамасыз етеді.

Атқарушы электр қозғалтқыштарына ұсынылатын негізгі талаптар:

- айналу жиілігін реттеудің кең диапазоны;
- үлкен іске қосу сәті;
- реттеу қарапайымдылығы;
- «өздігінен жүргіштің» жоқтығы, яғни, қозғалтқыш қабілеттілігі басқару белгісін алып тастағаннан кейін бірден тоқтайды;
- реверсирлеу мүмкіндігі;
- жоғары тез әрекет ету;
- кіші габаритті көлемдер кезінде үлкен қуаттылық.

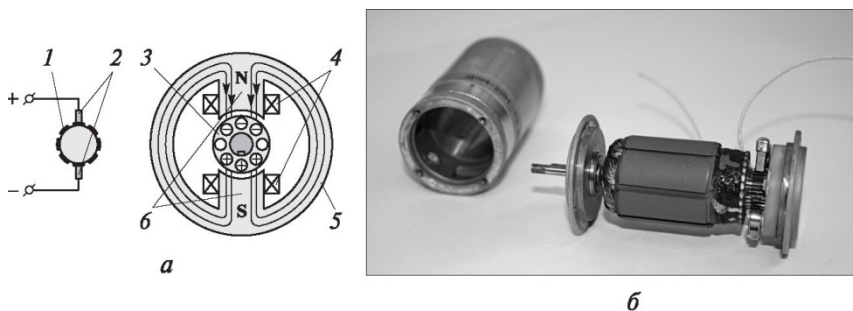
Тұрақты тоқ қозғалыстары алғашқы болып пайда болды. XIX ғасырдың 30-жылдары орыс ғалымы Б. С.Якоби қолданыстағы электр қозғалтқышты салған, оның негізгі элементтері қазіргі кезге дейін сақталған.

Ол кең диапазонда айналу жылдамдығын ақырын реттеуді талап ететін жетектің негізгі атқарушы қозғалтқышы болған.

XIX ғасырдың соңында М. О. Доливо-Добровольский асинрондық атқарушы жетегі болған қысқа түйісетін ротормен ауыспалы тоқтың асинхрондық үш фазалы электр қозғалтқышының конструкциясын ұсынды.

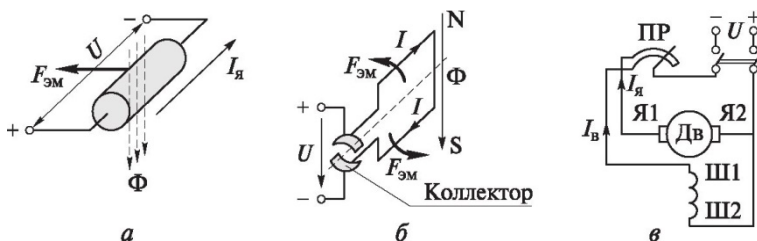
**Тұрақты тоқ электр қозғалтқыштары.** Тұрақты тоқтың электр қозғалтқыштары (6.1-сурет, а) полюстарымен статордан тұрады, оларда қоздырғыш айналымы, айналым якорі және щеткамен коллектор орналасады.

Кіші қуаттылықтағы атқарушы электр қозғалтқыштар ретінде кең қолдауды магнитті электр қозғалтқыштары тапқан, олардың магниттік алаңы тұрақты магниттер есебінен жасалады (ДПМ және ДПР сериялы қозғалтқыштар) (6.1-сурет, б).



6.1-сурет. Тұрақты ток электр қозғалтқышы:

*a* — конструкция: 1 — коллектор; 2 — щетки; 3 — айналыммен якорь; 4 — қоздыру айналымы; 5 — статор; *б* — полюстар; *б* — жалпы түр



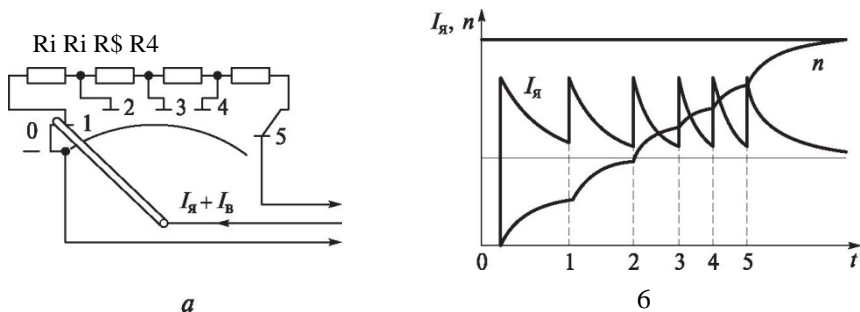
6.2-сурет. Жұмыс принципі (*a*, *б*) және магнитті электр қозғалтқыштарды қосу схемасы (*в*)

Қозғалтқыш полюстерінің айналымы тұрақты магнитті алаңын құру үшін қызмет етеді, онда якорь айналалады. Егер якорь айналымында  $U$  кернеу қосалса, онда ток  $I_{я}$  қолданылады (6.2-сурет, *a*). Ток пен магнит алаңының өзара әрекет етуі электр магнитті күшті жасайды, ол якорьды қозғалтады. Ол айнала бастаған кезде (магнит алаңынан өткенде), оның айналымында, ток құрайтын, токтың қоса берілген кернеуіне қарсы бағытталған ЭДС  $e_{я}$  жіберіледі. Нәтижесінде якорьдағы ток ток көзі кернеуі мен келтірілген ЭДС арасындағы айырмашылықпен анықталатын болады:

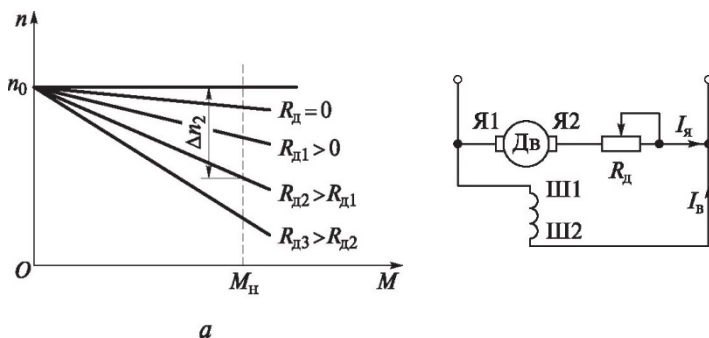
$$I_{я} = (U - e_{я}) / R_{я}, \quad (6.1)$$

онда  $R_{я}$  — якорьді айналдыру кедергісі.

Тұрақты ток электр қозғалтқыштарындағы коллектор якорь айналымында ауыспалы кернеуде щеткаға жіберілетін тұрақты кернеуді қайта түзу үшін қызмет етеді, ол оның айналу бағытын өзгеріссіз сақтап қалуға мүмкіндік береді (6.2-сурет, *б*).



6.3-сурет. Іске қосатын реостат (а) және қозғалтқышты қыздырған кезде айналыстағы тоқтар (б)

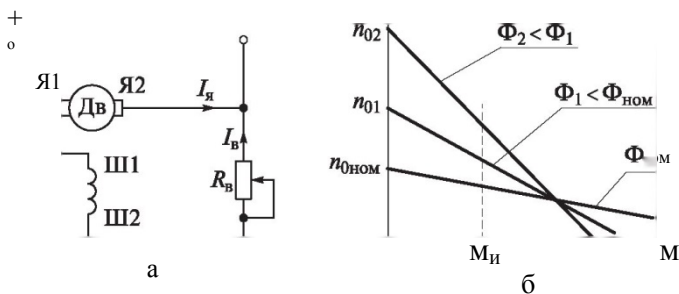


6.4-сурет. Қозғалтқыштың айнау жиілігі (а) және реостатты реттеу (б)

$e_{я} = 0$  болғанда, якорьдің тоғы маңызды мәніне жетуі мүмкін (6.1 формуласын кара), ол якорьдік айналысымен Я1—Я2 кезекті кіретін іске қосатын реостаттың (IP) схемасында қолдануды талап етеді (6.2-сурет, в). Қозғалтқышты тез жүру шамасына қарай іске қосу реостатының кедергісі нөлге дейін азаяды (6.3-сурет, а). Тоқ  $I_e$  қозу айналымында Ш1 — Ш2 өзгеріссіз қалады; сонымен қатар, якорь  $I_{я}$  және айнау жиілігі  $n$  белгіленген мәндерге жетеді (6.3-сурет, б).

Тұрақты тоқ қозғалтқышы «қатты» механикалық сипаттамаға ие (жүктеме сәтінен айнау жиілігіне байланысты, яғни, айнау жиігілін ұлғайтқан кезде маңызды емес азаяды (6.4-сурет, а, тура  $\mathbf{Y}_d = 0$ ).

Тұрақты тоқ қозғалтқышының айнауын реттеу келесілер есебінен мүмкін:



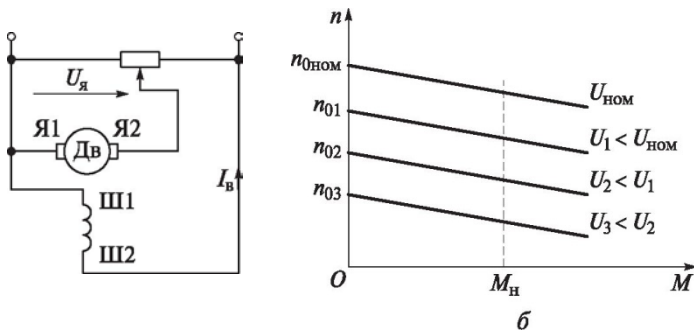
6.5-сурет. Полустік реттеу (а) және қозғалтқыштың айналу жиілігінің графиктері (б)

- якорь тізбегінде кернеуді өзгерту  $L_d$  — **реостатты реттеу** (6.4-сурет, б). сонымен қатар, жүксіз қозғалтқыштардың айналу жиілігі  $n_0$  өзгеріссіз қалды, жүктеменің пайда болуы сәтінен бастап  $M_H$  білікте кең диапазонында өзгереді (6.4-суретті қара,а);
- Қозғалту айналымындағы токты өзгерту - **полустік реттеу** (6.5-сурет, а) қоздыру тізбегінде кернеуді өзгерту арқылы  $J_в$ . Сонымен қатар, жүктемесіз де, сондай-ақ, жүктемемен де айналу жиілігі өзгереді (6.5-сурет, б). Полустік реттеу экономикалық болып табылады, қозудың магниттік ағымын басқару, оның шамасы көп емес  $I_в$  қозу тоғын өзгерту есебінен жүзеге асырылады.
- Якорьлық айналымның ток көзі кернеуінің өзгеруі  $u_я$  — **якорьлық реттеу** (6.6-сурет, а). Сонымен қатар, қоздыру ағымы өзгеріссіз қалады. Бұл қозуға немесе магнитті электр қозғалтқышына параллельді тәуелсізбен қозғалтқыштар болуы тиіс. Қозғалтқыштың айналу жиілігі якорьлық айналу ток көзінің кернеуіне желілі байланысты болады  $u_я$  (6.6-сурет, б).

Атқарушы ретінде кеңінен қолдануды тәуелсіз қозуынан және тұрақты магниттерден қозуымен тұрақты ток қозғалтқыштары тапты.

Басқару айналымы ретінде **тәуелсіз қозу** кезінде якорьдың айналымы – якорьлық реттеу (6.7-сурет,а) немесе полюстер айналымы –полустік реттеу (6.7-сурет, б) қолданылады.

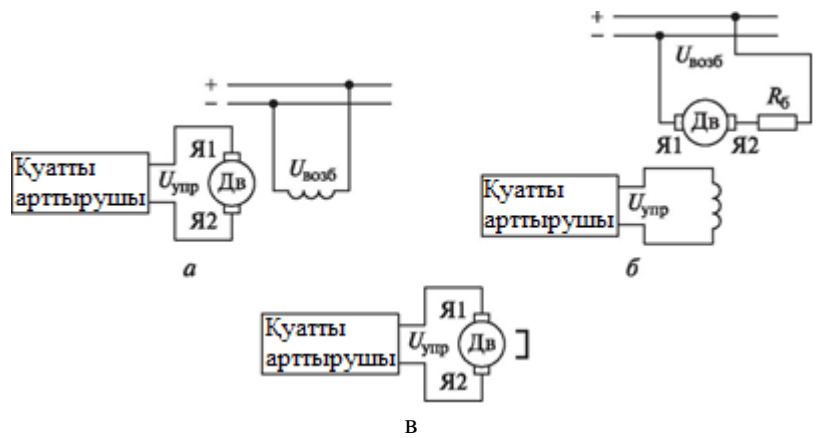
Бірінші жағдайда, полюстердің айналымы тұрақты кернеу көзіне қосылған және қозу айналымы болып табылады.



6.6-сурет. Якорьлық реттеу (а) және қозғалтқышты айналу жиілігінің графикатерің (б)

Якорьдың айналымында қуаттылықты күшейткішпен, якорь айналуы қажет болған кезде ғана беріледі. Екінші жағдайда, тұрақты кернеу көзіне якорь айналымы қосылады, ол қозу айналымының рөлін атқарады. Басқарушы айналым полюстерді айналу болып табылады. Іске қосу тоқтарын және якорьлық айналымды ауыспалы режим кезінде шектеу үшін бірізді оған балластық кернеу қосылады **Я<sub>б</sub>**

**Тұрақты магниттерден қозуы бар** қозғалтқыштарда, басқарушы айналым якорьдың айналымы болып табылады, яғни, қозғалтқыш якорьлық реттеумен әрқашан жұмыс жасайды (6.7-сурет, в).



6.7-сурет. Қозғалтқыштың тәуелсіз қозуы (а, б) және тұрақты магниттерден қозуы (в)

Тұрақты тоқтың атқарушы қозғалтқыштардың негізгі артықшылықтары нөлден максималды мәніне дейін олардың айналу жиілігін қалыпты реттеу мүмкіндігі, жоғары іске қосу сәті және жоғары тез әрекет етуі болып табылады.

Тұрақты тоқ қозғалтқышының негізгі кемшіліктері жоғары емес сенімділігі және коллектор мен щетка болуына байланысты ұзақ жұмыс істемеуі болып табылады, ол жуылуы, шаңмен және өніммен толуы, сондай-ақ, жандануы мүмкін.

**Ауыспалы тоқтың электр қозғалтқыштары.** Ауыспалы тоқтың электр қозғалтқыштары асинхрондық және синхрондық болуы мүмкін.

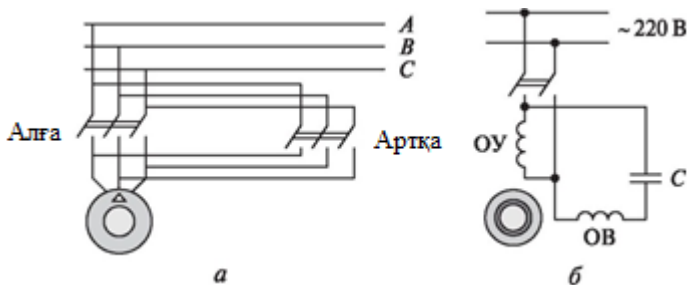
Тұрақты тоқ машиналарымен салыстырғанда *асинхрондық қозғалтқыштар* аса сенімді және ұзақ қызмет етеді, конструкция және қызмет көрсетуі жағынан қарапайым, қуаттылықтың аса кең диапазоны бар.

Үш фазалы асинхрондық қозғалтқышы әрекетінің принципі токпен айналатын магниттік алаңының өзара әрекет етуімен, осы алаңдағы ротор айналымында берілуімен негізделеді. Айналатын магнит алаңына орналасқан айналымы бар ротор магнит алаңының бағытында айнала бастайды.

Алайда, ротор алаңын жеткізе алмайды, өйткені, болмаған жағдайда, ағым айналымынан өтпейді және онда ЭДС берілмейді, яғни, тоқ және электр магнитті сәті нөлге тең болады.

Осылайша, асинхрондық машинада ротордың айналу жиілігі  $n$   $n_1$  магниттік алаңын айналдыру жиілігінен аз.

Шама  $S = (n_1 - n)/n_1$  асинхрондық машинада жылжиды деп аталады және қысқа түйісетін роторы бар электр қозғалтқыштары үшін 2...7 % шамасында болады, яғни, асинхрондық машинада «қатты» механикалық сипаттама бар.



6.8-сурет. Үшфазалы (а) және екіфазалы (б) асинхрондық қозғалтқыштарды қосу схемасы

Үшфазалы асинхрондық қозғалтқыштағы реверсирлеу магниттік алаңның айналу бағытын өзгерту есебінен жүзеге асырылады, ол, өз кезегінде, фазалардың кезектеу тәртібімен анықталады: тура (А, В, С) немесе кері (А, **С, В**) (6.8-сурет, а).

АСУ ТП –да екіфазалы асинхрондық қозғалтқыш кеңінен қолданылады. Оларда екі айналым статорында болады: басқару айналымы (БА) және 90°-ға кеңістікте қозғалтылған және тоқ берілетін, идиалды жағдайда фаза бойынша 90°-ға қозғалған қозу айналымы (ҚА). Бұл магниттік алаңның айналысын алуға мүмкіндік береді, сондықтан да, екіфазалы асинхрондық қозғалтқыш жұмысының принципі үшфазалы машиналар жұмысының принципіне ұқсас. Статордың екі айналымы бір желіден тоқ алады, бірақ, айналымның бірі – қозу айналымы – С конденсатор кіреді, ол фаза бойынша айналымдағы тоқты жылжытуға мүмкіндік береді. Осы қозғалтқыш конденсаторлық деп аталады (6.8-сурет, б).

Атқарушы қозғалтқыштар ретінде қолданылатын екіфазалық машиналар роторы толық алюминий стақандықтар түрінде орындалады.

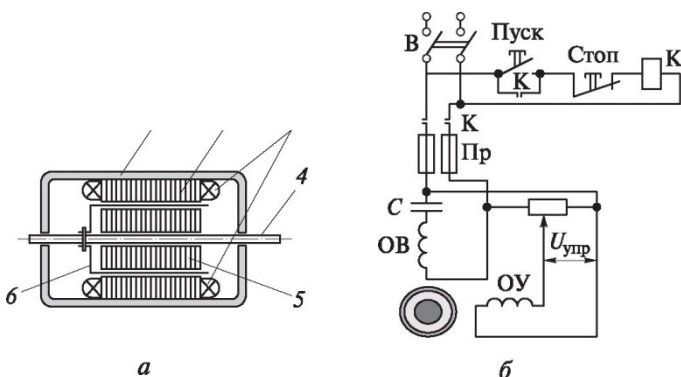
Толық ротормен қозғалтқыш (6.9-сурет, а) 1 корпусында орналасқан жинақ темінен ішкі 5 және ішкі 2 статоры бар. Сыртқы статорда кеңістікте 90°-ға жылжытылған екі айналымы 3 орналасқан. Ішкі статор магниттік ағымына кедергісін азайту үшін қызмет етеді. Осы статорлар арасында 4 алюминий жұқа стентті стақандар айналады – ротор **б** (қабырға қалыңдығы — 0,1 ..,1,0 мм.)

Толық ротормен қозғалтқыш жұмысы статор айналысымен, вихр тоғымен, осы алаңмен алюминий стақанда алаңға беретін айналатын магнит алаңының өзара әрекет етуге негізделген. Толық ротордың инерциясының сәті аз, сондықтан да қозғалтқыштың тез әрекет етуі үлкен.

Жұқа стақандықтың үлкен белсенді кедергісі және толық ротормен қозғалтқыштың «жұмсақ» механикалық сипаттама  $n = \omega / (M_n)$  максималдыдан (синхрондықтан) нөлге дейін өткізілетін кернеу  $1/_{\text{ур}}$  (6.9-сурет, б) есебінен ротордың айналу жиілігін азайтуға мүмкіндік береді. Осындай басқару **амплитудалық** деп аталады.

Егер тоқ көзінің кернеуі өзгеріссіз қалады, ал фазаны қозғалтатын тізбектердің көмегімен айналымында тоқ арасындағы фазаларды қозғалту бұрышын өзгертсе, онда ротордың айналу жиілігі өзгеруі мүмкін, осындай басқаруды **фазалық** деп аталады.

Басқару кернеу амплитудасын және фазасын өзгертуге болады – бұл **амплитудалық-фазалық басқару**.



6.9-сурет. Толық ротормен қозғалтқыш (а) және асинхрондық қозғалтқыштарды басқару және іске қосу схемасы (б):  
 1 — корпус; 2 — сыртқы статор; 3 — айналым; 4 — ось; 5 — ішкі статор;  
 6 — ротор

Айналу жиілігін басқарудың қарастырылған тәсілдерінің бірімен екі фазалы қозғалтқыш атқарушы ретінде қолданылуы мүмкін, бірақ, үшфазалы асинхрондық қозғалтқыш ретінде күштік ретінде қолданылылады.

6.9, б –суретте асинхрондық қозғалтқышты іске қосу схемасы келтірілген. В қосылғыш іске қосылғаннан кейін «Іске қосу» батырмасын басыңыз және К контактордың айналысымен тоқ өтеді. Контактор іске қосылады және статордың айналу тоқ көзі тізбектері байланысты, сондай-ақ, «Іске қосу» батырмасын блоктайтын байланысты түйеді. Қозғалтқышты тоқтату үшін «Стоп» батырмасын басу қажет, ол контактордың айналу тоқ көзінің тізбегін үзеді.



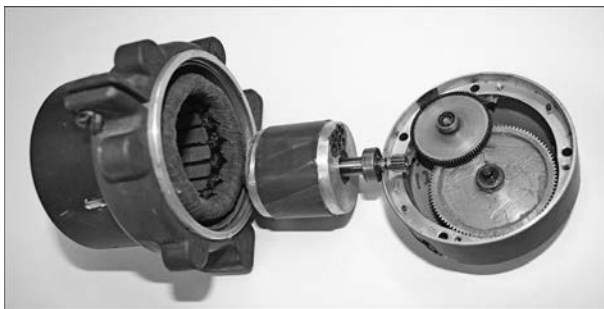
а



б

6.10-сурет. Қысқа түйісетін (а) және толық роторлармен (б) қозғалтқыштар





6.11-сурет. Салынған редукторы бар қозғалтқыш (мотор-редуктор)

және статор айналысының тізбегін үзеді және «Іске қосу» батырмаларына параллельді қосылатын байланыстарды блоктан шығарады.

6.10-суретте, а, қысқа түйісетін ротормен қозғалтқыш ұсынылған, ал 6.10-суретте, б) – толық ротормен қозғалтқыш.

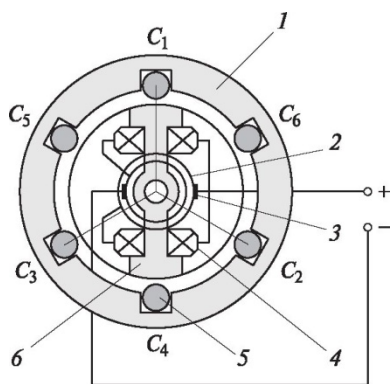
Асинхрондық қозғалтқыштың айналу жиілігі желі жиілігімен анықталады және шамамен 3 000 об/мин құрайды, атқарушы механизмнің конструкциясында редуктор енгізіледі. Бұл жұмыс органдарының ауысу жылдамдығын алуға болады.

Қысқа түйісетін роторлармен және мотор-редуктор деп аталатын редукторлармен асинхрондық қозғалтқыш 6.11-суретте ұсынылады.

*Синхрондық қозғалтқыштар* — бұл электр машиналар, ротордың айналу жиілігі  $n$  статор айналымымен құрылатын магнит алаңының айналу жиілігіне тең  $n_1$ .

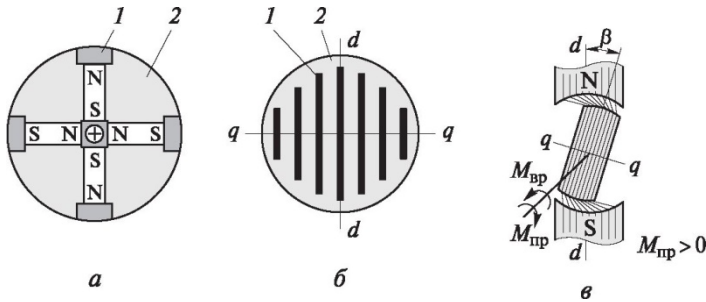
Синхрондық қозғалтқыш жұмысының негізінде ротордың тұрақты магниттік алаңымен статордың айналатын магниттік алаңының өзара әрекет етуі жатады.

Синхрондық қозғалтқыштың статоры  $I$  (6.12-сурет) асинхрондықтан статормен ерекшеленбейді және магниттік алаңды құру үшін қызмет ететін айналымы 5 бар. Синхрондық машина роторы 6 окшавланған



6.12-сурет. Синхрондық қозғалтқыш құрылғысы:

$I$  — статор; 2 — байланыс сақиналары; 3 — щеткалар; 4, 5 — айналымдар; 6 — ротор



6.13-сурет. Гистерезисті (а) және реактивті (б,в) қозғалтқыштардың роторлары: 1 — болат; 2 — алюминий

Роторды айналуының негізгі мәні – тұрақты магнит алаңын құру.

Жұмыс процесінде сыртқы және ішкі магнит алаңдарының өзара әрекет етуі болады: магнит алаңдарының «ілесу» есебінен сыртқы алаңда айналатын өздігінен роторды тартады, сонымен қатар, ішкі және сыртқы алаңдардың айналу жылдамдығы бірдей болады.

Роторды тұрақты тоқпен айналу көзінің екі кемшілігі бар: тұрақты кернеу көзі қажет; байланыс құрылғысы (щеткамен сақина) сенімділігін төмендетеді.

Осы кемшіліктер электр қозғалтқыштарда жоқ, оларда ротордағы электромагнит жоғары коэффициенттік күшімен тұрақты магнитті қолданады. Осындай қозғалтқыштарды *гистерезисті* деп атайды, олардың роторларында магниттер тегіс цилиндрді түзе отыра, алюминийден құйылады (6.13-сурет, а). Алюминий іске қосу айналысының рөлін атқарады, онда айналатын магнит алаңының әсерімен вихрлік тоқтар жіберіледі. Осы тоқтардың әрекетімен ротор асинхрондық қозғалтқыштың толық роторына тән айналуға болады. Осындай машиналардың қуаттылығы кішігірім – 300 Вт-қа дейін.

Кіші қуаттылық машиналары ретінде *реактивті электр қозғалтқыштары* кеңінен қолданылады. Оларда ротордағы тұрақты магнит алаңының көзі жоқ. Оның айналуы ротордың ерекше нысанын қамтамасыз етеді (6.13сурет, б,в) және магниттік күштік желілердің «қаттылығы», олар роторды жүктеме болмаған кезде статор полюсінің осы бойынша орналастырады және статор алаңымен синхронды айналады. Жүктеме болған кезде ротор полюс осінен р бұрығына қалады,

бірақ, синхрондық жылдамдықпен айналуы жалғастырады (яғни, магниттік алаң сияқты жылдамдықпен).

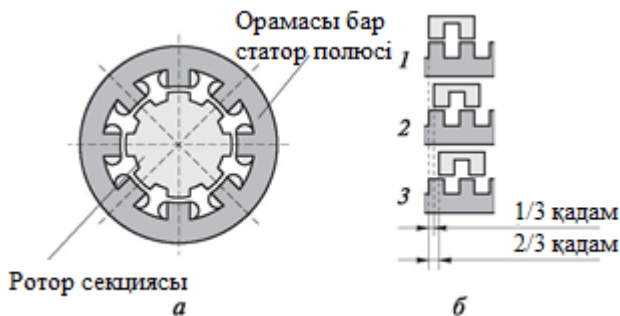
6.13, б суретте ұсынылған роторда, болат жолақтары 1 алюминиймен 2 құйылған, ал 6.13,б суретте роторда ферромагнитті материалдардан цилиндр қапталы бойынша орындалған. Екі жағдайда, ось бойынша магниттілік  $d-d q-q$  осі бойыншадан қарағанда жеңілдеу қамтамасыз етіледі.

Синхрондық және асинхрондық қозғалтқыштар статорының айналымды қосу схемасы ұқсас, сондықтан да, екі жағдайда статор айналатын магниттік алаңын құру үшін қызмет етеді.

Синхрондық қозғалтқыштарды негізгі қолдану құрылғыларда болған, оларда негізгі түйіндердің айналуының өзгермейтін жылдамдығын қолдау қажет: лента созылымды механизмдер, өздігінен тоқ алатын және тіркелетін құралдар, электромагниттік муфталар.

**Қадамдық электр қозғалтқыштар.** ЭВМ-де басқару белгілерін ұсынудың сандық нысаны қозғалтқыштың жаңа түрін құруға әкеледі – қадамдық, олар біліктің айналу бұрышында импульс кезектілігі немесе желілі алмасу түрінде басқару белгілерін қайта түзеді.

Қадамдық қозғалтқыш жұмысы негізінде аз кішігірім кернеуі бойынша магниттік ағымын ілесуге жатады. Онда ферромагниттік материалдардан жасаталын статор мен роторда тең орналасқан тік бұрышты дөңестерді (полюстер) бір-біріне бағытталады (6.14-сурет, а). Статорда және роторда полюстардың саны бірдей және оннан 200-ге дейін және одан көп шамада жеткілікті. Статор, жеке айналымдар орналасқан, бірі-біріне тығыс орналасқан үш секциядан тұрады.



6.14-сурет. Қадамдық электр қозғалтқыш (а) және статор мен ротор полюстерінің өзара орналасу нұсқалары (1 ...3) (б)

Статордың барлық секцияларының полюстері қосылған. Секциялар айналымы бір-біріне тәуелді басқару жүйесіне кіреді. Ротор бір жетекте орнатылған үш секциядан тұрады, бірақ, екінші секция полюстері бірінші секциясының полюстеріне полюстердің 1/3 қадамына қатысты, ал үшінші секциялар – 2/3 қадамға жылжиды.

Егер ротордың дөнесі статордың дөңестің астында болады (6.14-сурет, б, 1 жағдайы), онда статор тізбегінің магниттік кернеуі – ротор азырақ. Статордың айналасында кернеуді берген кезде ротордың осы секциясы қозғалмайды. Егер кернеу көрші секциясы статоры айналымына берілсе, онда ротор полюстерді 1/3 қадамға айналады (6.14-суретті кара, б, 2 жағдай), яғни, қазіргі кезге дейін, ротордың полюсі статор полюсінің астында болады. Егер кернеу келесі секциясының айналымына берлісе, онда тағы да 1/3 қадамға беріледі (6.14-суретті кара, б, 3 жағдай) және т.б.

Осылайша, ротордың айналу бұрышы импульстар айналымына кезекті берілетін санмен, ал айналым жылдамдығы – осы импульстардың жиілігімен анықталатын болады. Қадамдық қозғалтқыштарда бұрыштық айналымдарда анықталатын болады. Қадамдық қозғалтқыштардың бұрыштық айналу нақтылығы  $0,5^\circ$ -ға жетеді, ал жиілік – секундына 1 000 астам қадамға жетеді. Реверс статор секциясында импульстарды беру кезектілігін ауыстыру есебінен қамтамасыз етіледі.

Қадамдық қозғалтқыштарды кеңінен қолдану металды кесетін станоктарда жұмыс органдарын ауыстыру үшін атқарушы ретінде болады, сонымен қатар, олардың қуаттылығы бірліктен жүздеген ватка дейінгі диапазонында болуы мүмкін. Егер қуаттылық жеткіліксіз болса, онда қадамдық қозғалтқыштан гидрокүшейткішпен агрегат қолданылады.

Қадамдық қозғалтқыштардың негізгі артықшылықтары оларды түзусіз ЭВМ дискреттік белгілерінен тікелей жұмысы, ұстанымның жоғары нақтылығы, сенімділігі, қарапайымдылығы және ұзақ жұмыс жасауы болып табылады; негізгі кемшіліктері – жоғары емес КПД және қуаттылық.

## 6.2.2. Электромагниттік муфталар

*Муфта* — бұл бір біліктен екіншіге айналу қозғалысын беретін құрылғы.

Жетектердің тұрақты ілінісін қамтамасыз ететін және жетекші біліктен басқару белгісі бойынша жетекші білікке беріп басқаратын басқарылмайтын муфталар бар.

Электр магнитті муфта өздігінен екі жетекпен құрылғыны білдіреді: кез-келген қозғалтқышты іске қосатын жетекші және жұмыс органдарымен тікелей байланысты жетектелетін.

Біліктерде ілініс элементтері бар, олар арқылы айналу беріледі.

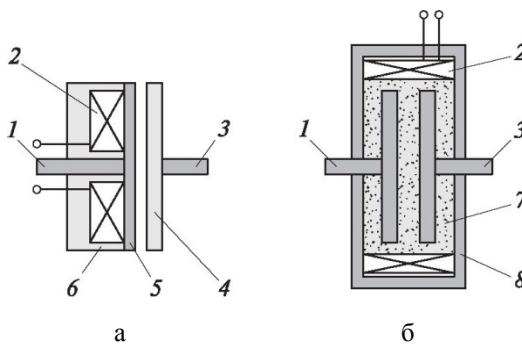
Басқарылатын электр магнитті муфтада айналу берілісі ферромагнитті материалдар арқылы қамтамасыз етіледі. Басқарылатын муфталар болуы мүмкін:

- Дискреттік әрекеттер, оларда басқару белгісін берген кезде біліктердің қатты ілінісі жүзеге асырылады;
- пропорционалды, оларда жетекші біліктің айналу жылдамдығы басқару белгісінің шамасымен анықталады.

*Дискреттік әрекеттің муфтасы* (6.15-сурет, а) жетекші білікке катушкамен ферромагнитті жүрекшеден және жетекшілік ететін лілікте ферромагнитті дисктен тұрады.

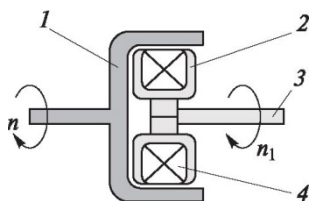
Катушкаға магнит ағымымен әрекет етуді басқару белгісін берген кезде электромагнитті күш жасалады, ол ферромагнитті жүрекшемен ілескенге дейін ось бойынша ферромагнитті дискті ауыстырады. Кейін, ілесу күші есебінен диск пен жетекші білік жетекші біліктің айналу жылдамдығына тең жылдамдықпен айналуға әкеледі.

Басқару белгісін алып тастаған кезде ферромагнитті диск серіппенің әсерімен жүрекшемен айналады және жетекші білік тоқтайды. Жүрекшеде басқарудың алынған белгісі кезінде қалған магнит индукциясының әсерін азайту үшін магнитті емес төсемен (мысалы, мыс) орналасады.



6.15-сурет. Ферромагнитті материалдары бар муфта:

**а** — дискреттік әрекет; **б** — пропорционалды; **1** — жетекші білік; **2** — катушка; **3** — жетеленетін білік; **4** — ферромагнитті диск; **5** — төсемен; **6** — жүрекше; **7** — ферромагнитті масса; **8** — корпус



6.16-сурет. Айналатын магнитті алаңымен пропорционалды муфта:  
**1** — жетекші білік; **2** — индуктор; **3** — жетеленетін білік; **4** — тоқпен катушка

Осындай муфталар реверсивті және реверсивті емес деп бөлінеді. Муфтамен берілген қуаттылық ватт бірлігінен бірнеше киловатқа дейінгі диапазонында болады; әрекет ету уақыты – 2-ден 20 мс-ке дейін.

*Пропорционалды муфтада* (6.15-сурет, б) дисктер майлы ферромагнитті массамен – талькі бар карбонильді темір ұнтағымен толтырылған корпусқа орнатылған. Катушкамен құрылған магнит алаңына түскенде, ферромагнитті масса өзінің созылуымен ұлғаяды және жетекші білігінің жартылай муфтасымен жетеленетін білігінің жартылай муфтасымен тығыс қосылады.

Ферромагнитті массасының созылымдылығы магниттік алаңды ұлғайту шамасына, яғни, катушкадағы ток шамасына қарай өседі. Яғни, жетекші білігін айналу жылдамдығы жетеленетін біліктің тұрақты жылдамдығы кезінде айналымдағы тоққа байланысты болады. Карбонильді темірдегі тальктің болуы дискреттік әрекет муфтасында магнитті емес төсемесіне ұқсас: тальк, басқарушы кернеуді алып тастаған кезде оларға жеңіл болу үшін ұнтақ тәрізді темірдің әрбір бөлшегін айналдырады.

Пропорционалды муфталар синхрондық электр қозғалтқытарымен бірге басқару жүйелерінде қолданылады.

Асинхрондық қозғалтқыш принципі бойынша жұмыс жасайтын пропорционалды муфтаның тағы да бір схемасы 6.16-суретте келтірілген.

Егер жетекші біліктің индуктормен айналу жиілігі  $\omega_1$  тең болса, онда жетекші білігі, магниттік алаңмен айналумен айналысатын асинхрондық қозғалтқыштың роторы айналатынға ұқсайтын,  $\omega_1$  азырақ  $\omega$ , жиілігімен айналуы мүмкін. Сонымен қатар, жүктемемен жұмыс кезінде жетекші білігінің айналу жиілігі индуктор катушкасында ток шамасымен анықталады.

Электромагниттік муфталардың негізгі артықшылығы болып табылады:

- жоғары тез әсер етуі;
- қалқымалы іске қосу және айналу жиілігін реттеу;
- басқару қарапайымдылығы;
- қуаттылықтың үлкен диапазоны;
- жоғары сенімділік;
- ұзақ жұмыс істеуі.

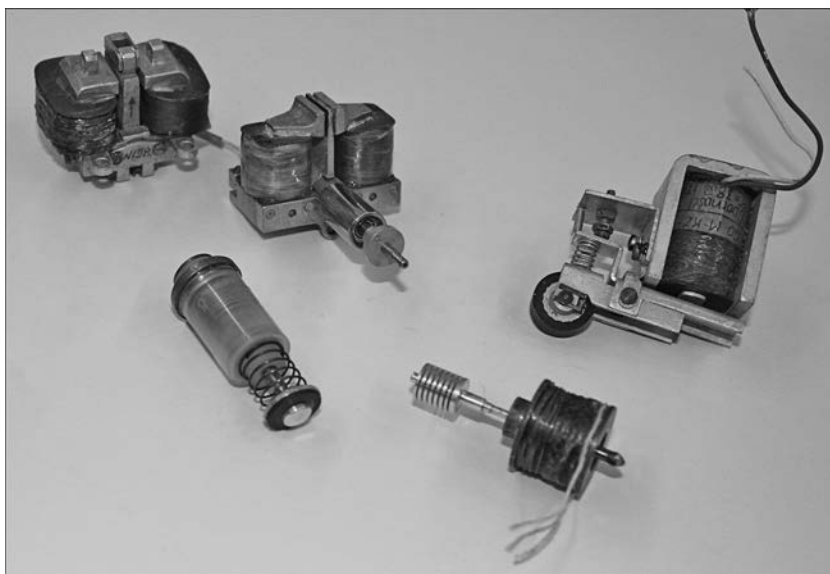
### 6.2.3. Электромагниттер және реле

*Электромагниттер* — бұл, жұмыс органдарын бекітілген желілі немесе бұрыштық ауысуда екілік басқару белгілеріне қайта түзетін электромеханикалық құрылғылар. Клапандарды, жапқыштарды және вентельдерді ашу және жабу үшін АСУ ТП кеңінен қолданылады, сондай-ақ, коммутаторлық құрылғыларда (реле, контракторлар, жібергіштер). Олар газ немесе сұйықтық ағымын басқаруға, электромагниттік муфталарға, қорғау құрылғыларына арналған пневмо және гидрожетектердің бөлгіш құрылғыларында қолданылады (жылу немесе ток реле, автоматты қайта қорғағыш).

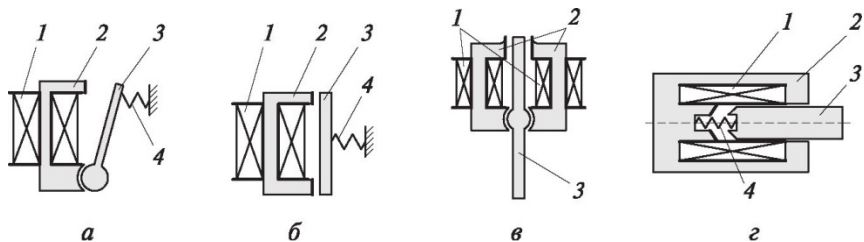
Электромагниттер (6.17-сурет) басқарушы кернеудің 6-дан 220 В-қа дейін тұрақты және ауыспалы токтың болуымен және ондағаннан жүздегенге дейін ньютондар үлесін күшейтумен болады; олар ұстаушы және жетекті, дроссельдік және соленоидтік түрде болады.

6.18-суретте пневмо- және гидрожетектерді бөлу құрылғыларын басқару үшін қолданылатын электромагниттердің негізгі типтері ұсынылған.

Токты 1 катушкаға берген кезде, олардың әсерімен якорь 3 айналатындай электромагниттік күшті құрайды (6.18-сурет, *а, в*) немесе



6.17-сурет. Электромагниттер



6.18-сурет. Электромагнит құрылғысы:

*а* — айналымдық; *б* — якорьды кіргізу қозғалысымен; *в* — дифференциалды магнит схемасымен айналатын; *з* — соленоидтік түрдегі; *1* — катушка; *2* — жүрекше; *3* — якорь; *4* — серіппе

жүрекше 2 бағытында ауысады (6.18, *б-сурет*, г) . сонымен қатар, қарама-қарсы әрекет ететін күш 4 жеңіледі. Тоқты алып тастаған кезде, якорь серіппенің әрекетімен бастапқы қалыпқа келеді. 6.18-суретте, в, жиілік бойынша якорьдың айналымын қамтамасыз ететін қайталама электр магниттің дифференциалды конструкциясы немесе оң немесе сол катушкаға тоқты берген кезде сағат тіліне қарсы, ал 6.18-суретте, г – ауа саңылауының шеткі нысанымен соленоидтік электромагниттік конструкциясы, ол электромагнитпен дамитын күшпен жоғарлауға мүмкіндік береді.

**Ұстайтын** электромагниттер станоктарда (мысалы, шлифтелген), ал көтерме механизмдерде (болат серіппелерін немесе металлоломды тиеу үшін) бекіту үшін, жабық жағдайда үйде кіреберістердің кіретін есіктерін ұстау үшін қолданылады.

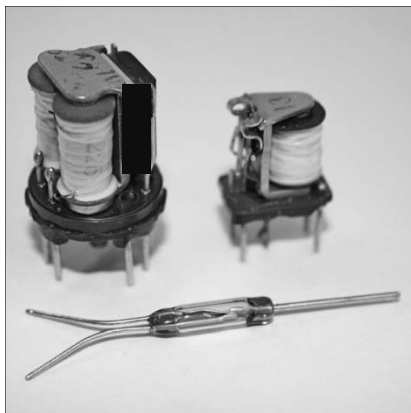
**Жетекші** электромагниттер станоктарды басқару тұтқаларын ауыстырады, электромагниттік муфталардың жұмысын қамтамасыз етеді. Олар құрамында пневмо- және гидроаппаратуралар кеңінен қолданылады. Бұл, бірінші кезеңде, газ бен сұйықтықтың шығындарымен басқаратын пневмо-және гидроэлектрклапандар пневмо- және гидрожетектерге сәйкес келеді. Мысалы, пневмоэлектрклапан ПЭК-47  $47 \cdot 10^5$  Па қысыммен қысылған ауаның пневможетегіне берілуін қамтамасыз етеді.

Электромагниттер электромагнитті реленің басты элементтері болып табылады.

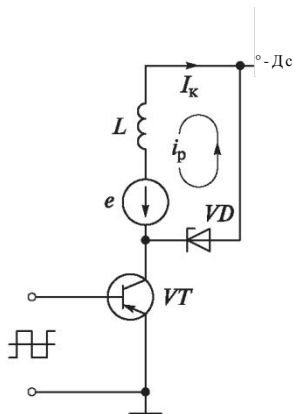
**Электромагнитті реле** — бұл екілік басқару белгілерінің әрекетімен түйісетін немесе түйіспейтін электр тізбектері, электромеханикалық құрылғылар.

Реле якорьмен және байланыс тобымен электромагниттен тұрады, онда бір немесе бірнеше байланыс жұптары кіреді. Якорь, ауыса отыра, реле жүктемесінің тізбегін коммутациялай отыра, байланысқа әсер етеді.





6.19-сурет. Реле



6.20-сурет. Электромагнитті басқару схемасы

Реле айналымына берілетін басқару белгісінің маңызды қуаттылығы кезінде, ол жүктеме тізбесінде маңызды қуаттылығын басқаруға қабілетті. Осылайша, электромагнитті релені күшейткіш элемент ретінде қарастыруы мүмкін, сонымен қатар, жүздеген мың рет күш коэффициентімен қарастырылады.

Реленің ассортименті өте кең. Олар тұрақты және ауыспалы ток болуы мүмкін, онда барлығы екі байланыс немесе бірнеше ондаған байланыс болады (6.19-сурет).

Электромагниттер және реле, ережеге сай, негізгі режимде жұмыс істейтін транзисторлардың көмегімен басқарылады (6.20-сурет).

Электромагниттің айналымы  $L$  транзисторлардың коллекторлық тізбегі кіреді  $VT$ . Транзистор базасында электромагнит айналымы бойынша тікбұрышты ашылатын импульстарды берген кезде реленің іске асыруын қамтамасыз ететін максималды тоғы ағады. Транзистор жабылған кезде айналымдағы ток нөлге дейін бірден түседі. Бұл өздігінен, токтың түсуіне кедергі келтіретін және қауіпті мәндерге дейін коллекторда кернеуді ұлғайтатын маңызды ЭДС пайда болады.

Электромагниттің айналымы істен шыққан кезде шығыстағы транзисторларды қорғау мақсатымен диодпен немесе стабилитронмен  $VD$  тұрақтандыру кернеуімен шунттейді, ток көзін есептегенде коллекторға қолжетімді кернеуден аспайды. Осындай жағдайда, өздік индукциясы ЭДС, разряд тоғының кетуін қамтамасыз ете отыра және транзисторлар коллекторларға кернеу шамасын шектей отыра, стабилитрон арқылы «жүктеледі».

## ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИКАЛЫҚ АТҚАРУШЫ МЕХАНИЗМДЕР ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИКАЛЫҚ АТҚАРУШЫ МЕХАНИЗМДЕР

### 6.3.1. Электропневматикалық атқарушы механизмдер

Егер атқарушы механизмнен және маңызды қуаттылықпен талап етілсе, сондай-ақ, қайтарылатын қозғалыстан жоғары тез әрекет етсе, онда электропневматикалық АМ қолдану ұтымды. Олар электромагниттен және поршені бар күштік цилиндрді басқаратын бөлгіш құрылғысынан тұрады.

Басқарушы электромагниттің әрекет етуінен өтетін бөлгіш құрылғысы цилиндрдің осы немесе басқа жолағында ауа ағымын жібереді немесе қуыстағы қысым шамасын өзгертеді. Сонымен қатар, поршеньмен қосатын шток, жұмыс органдарының жағдайын басқара отыра, тиісті бағыттарында ауысады.

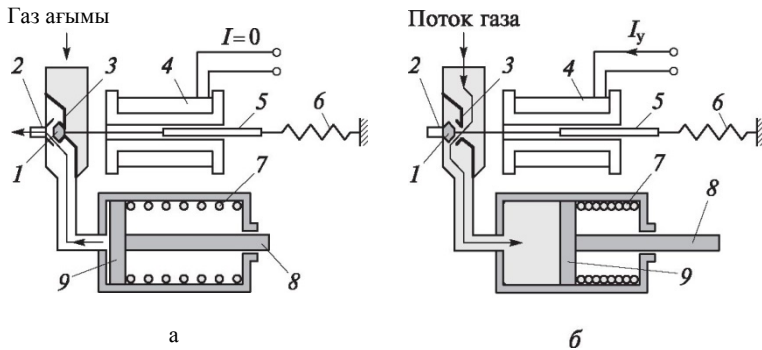
Пневматикалық механизмдердің бөлгіш құрылғылары ретінде мысқалдар, ағымды құбырлар және соплжапқыштар қолданылады.

Атқарушы механизмдердің мысқалдардың бөлгіштерімен және соленоидтік типтегі мысқалдар ретінде болады.

Мысқал бөлгіштермен және соленоидтік типтегі электромагниттермен атқарушы механизмдердің құрылғысы 6.21-суретте көрсетіледі. Электромагниттік айналымында тоқ болмаған кезде, жүрекшемен байланысты мысқал 1, серіппенің әсерімен ерге 3 тығыз қысылады және газдың пневможеліден ағымы пневмоцилиндрге түспеуі мүмкін (6.21-сурет, а).

Электромагнитті айналымында 4 басқарушы белгілерді берген кезде онда тоқ 1 пайда болады, оның әсерімен электромагниттік күш туындайды, жүрекшені 5 катушка ішіне тырмысады. Мысқал ауысады және ерге тығыз қысылады 2, газдың жолын ерге 3 ашады. Газдың ағымы, поршеньде 9 қысымды жасай отыра, цилиндрде ашық мысқал арқылы тырмысады. Поршень, цилиндр серіппесін 7 қыса отыра және жүктеме күшін шток 8 арқылы бере отыра ауысады (6.21-сурет, б). Басқару белгісін алып тастаған кезде жүрекше серіппенің әсерімен, газ жолын цилиндрде жаба отыра және атмосферамен ер 2 арқылы цилиндр қуысына қоса отыра шығыс жағдайына қайтарылады. Поршень серіппенің әрекетімен бастапқы қалпына қайтарылады.

6.22-суретте *ағымды құбыр және сопл-жапқыш* түріндегі бөлгіш құрылғылармен электропневматикалық атқарушы механизмдер құрылғылары ұсынылады.

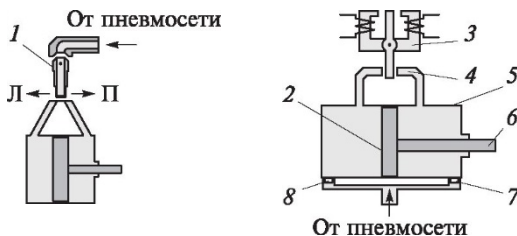


6.21-сурет. Мысқалды бөлгішті атқарушы механизм: *а* — жабық клапанмен; *б* — ашық клапанмен; *1* — мысқал; *2, 3* — ер; *4* — айналым; *5* — жүрекше; *6, 7* — серіппелер; *8* — шток; *9* — поршень

Бірінші жағдайда (6.22-сурет, *а*) қайталап электромагнитпен басқаратын ағысты түтік *I* газ ағымын

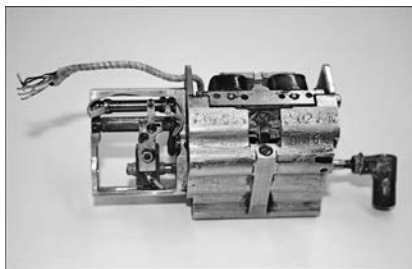
Пневможеліден солға (Л бағыты) немесе оңға (П) цилиндр ағымына келеді және атмосферамен оң немесе сол жолағын қосады. Штогы бар поршень, күшті жүктемеге бере отыра, аз қысымы жағына ауысады.

Екінші жағдайда (6.22-сурет, *б*) ұқсас электромагнитпен басқарылатын жапқыш, қысымды цилиндрдің тиісті алаңына беріп және атмосферамен қарама-қарсы жағына қоса отыра, сол немесе оң соплоны жабады. Поршень жүктемеге әсер ететін кіші қысымға қарай ауысады.



6.22-сурет. Ағымды құбырмен (а) және сопло-жапқышпен (б) атқарушы механизмдер:

*1* — ағымды құбыр; *2* — поршень; *3* — электромагнит; *4* — сопло; *5* — цилиндр; *6* — шток; *7, 8* — дроссельдер

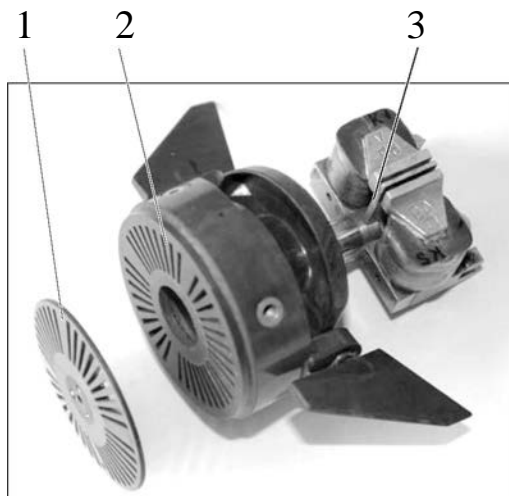


а



б

6.23-сурет. Бөлгіш құрылғылармен пневможетектер: *а* — сопло-жапқыш түрі; *б* — алтынды түрі



6.24-сурет. Ағынды бөлгішпен пневможетек:  
*1* — ағынды тор; *2* — қабылдау торы; *3* — электромагнит

Пневможеліден газ ағымы онда қысымның түсуін қамтамасыз ететін дроссель арқылы қуысқа түседі.

Дроссельдік, ағысты және алтынды бөлгіштердің конструкциясы әр түрлі болуы мүмкін. 6.23, 6.24-суреттерде электропневматикалық АМ кейбір конструктивті шешімдер көрсетілген. 6.24-суретте ұсынылған атқарушы механизмінде, ағысты құбырдың рөлін ағынды тор 1 орындайды, ол арқылы АМ ауа ағымы түседі. Электромагнит 3 осы торды кішігірім бұрышқа солға немесе оңғай бұрайды. Тор арқылы өту нәтижесінде, ағым қабылдау торы саңылауларының сол тобына 2 (саңылаулардың оң тобы сол кезде тормен жабылады 1) немесе тор саңылауларының оң тобына 2 (сол топ тормен 1 жабық) бағытталады.

Осылайша, ауа ағымы электромагниттен 3 түскен басқарушы белгіге байланысты солға немесе АМ оң жолағына, жұмыс органының қалпын өзгерте отыра бағытталады.

Электропневматикалық атқарушы механизмдердің негізгі кемшіліктері жұмыс кезінде жоғары шу болып табылады, өңделген ауа немесе газ тікелей атмосфераға шығарылады және газдың қабілеттілігінің әсер етуін берілген басқарушыны орындаудың жоғары емес нақтылығы қысылады. Сонымен қатар, цилиндрде жоғары қысымқы пайдалану белгілі қауіпті жасайды: олардың кішігірім ақаулары кезінде цилиндрді үзілуі және бұзылуы мүмкін.

### **6.3.2. Электрогидравликалық атқарушы механизмдер**

Электрогидравликалық АМ көбіне электропневматикалыққа ұқсас. Оларда ұқсас бөлгіш құрылғысы, басқарушы электромагниттер және поршеньдік жүйе бар; олардың айырмашылығы жұмыс ортасында (гидрожетекте – бұл жоғары қысыммен сұйықтық). Электропневматикалықтың электрогидравликалық АМ-нен айырмашылығы жоғары нақтылықпен, жоғары сезімталдықпен, кіші габаритті көлемдермен, үлкен қуаттылықпен, шусыздықпен және қауіпсіздікпен меңгереді. Сонымен қатар, электрогидравликалық АМ аса төмен тез әрекет етуі және күрделі конструкциясы болады.

Жұмыс ортасы ретінде қысылмаған сұйықтықты пайдалану электрогидравликалық механизмдерді пайдалануда, соның ішінде, жоғары қысым кезінде қауіпсіз етеді. Олар роботтарды манипуляциялауда кең қолдау тапты.

### **БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР**

---

1. Атқарушы механизмге анықтама беріңіз.
2. Қолданылатын энергия түріне қарай атқарушы механизмдері қалай жіктеледі?
3. Атқарушы механизмдер үшін энергия көздері туралы айтып беріңіз.

4. Ұқсас және дискреттік АМ технологиялық процесіне қалай әсер етеді?
5. Атқарушы электроқозғалтқыштарға ұсынылатын негізгі талаптарды атап атаңыз.
6. Тұрақты ток электроқозғалтқыштарда айналу жиілігін реттеудің үш тәсілін атаңыз.
7. Тұрақты магниттерден қоздырғышпен тұрақты ток қозғалтқыштарын қалай реттеуге болады?
8. Асинхрондық электроқозғалтқыштардың қандай түрі атқарушылар ретінде қолданылады?
9. Асинхрондық атқарушы электроқозғалтқыштардың айналу жиілігін басқарудың үш негізгі схемаларын атаңыз.
10. Роторлардың қандай негізгі конструктивті схемалары кіші қуаттылықтағы синхрондық машиналарда қолданылады?
11. Кіші қуаттылықтағы синхрондық машиналар қайда қолданылады?
12. Қадамдық қозғалтқыштар жұмысының ерекшелігі неде?
13. Муфтаға анықтама беріңіз.
14. Дискреттік әрекеттің муфтасы қалай жұмыс істейді?
15. Пропорционалды әрекет муфтасының жұмыс істеу принципі қандай?
16. Электромагниттер деген не және олар қалай қолданылады?
- 17.
18. Электропневматикалық атқарушы механизмдерінің құрамын атаңыз.
19. Электропневматикалық атқарушы механизмдері жұмысының принципін атаңыз.
20. Электрогидравликалық атқарушы механизмдерінің электропневматикалықтан негізгі айырмашылықтарын атаңыз.

# АВТОМАТТЫ ЖҮЙЕНДЕРМЕН БАСҚАРУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ

3-тарауда көрсетілгендей, басқару – бұл берілген алгоритмге сәйкес объектіге әсер етуін қалыптастыру. Технологиялық процестерді басқару кезінде технологиялық жабдықтардың әсер етуі туралы сөз қозғалады. Әсері атқарушы механизмдерге басқарушы белгілерді беру арқылы іске асырылады. Яғни, басқарушы құрылғысының функциясы берілген алгоритмдерге сәйкес басқару белгілерін қалыптастыруда болады.

Басқару алгоритмдерін басқару міндеттемелеріне қатысты екі топқа бөлуге болады: нұсқаусыз және әрекет нұсқасын таңдаумен. Бірінші тобы желілі алгоритмдерден жасалады, онда сыртқы факторлардың кез-келгеніне байланысты әрекеттердің қатты кезектілігімен беріледі. Осындай алгоритмдер «қатты» логикамен басқарушы құрылғылармен іске асырылады.

Екінші топқа тармақталуымен алгоритмдер және циклдік алгоритмдер кіреді. Оларды іске асыру үшін жағдайды талдауға және қойылған жағдайды орындауға байланысты әрекеттерді жалғастыру нұсқаларын таңдауға қабілетті аса күрделі басқарушы құрылғыларын талап етеді. Осындай құрылғыларды құру есептеу техникасы құралдарының пайда болуымен және басқарма жүйесін енгізумен болады. Шешімді талдау және таңдау болатын дәрежеге байланысты, осы құрылғылар одан әрі қарастырылатын бірнеше типке бөлінеді.

### 7.1.

## «ҚАТТЫ» ЛОГИКАМЕН БАСҚАРУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ

### 7.1.1. Желілі процестер

Желілі алгоритмдермен сипатталған процестердің бірнеше мысалдары келтірілді (олапды желілі процессорлармен атауы мүмкін):

- Бағдаршамның жұмысы: белгілі уақытта шамдардың бірінші тобын қосу (жасыл және қызыл түс), берілген уақыт ішінде сөніп-жанатын режим, шамдардың екінші тобына қосу (сары жарық), шамдардың үшінші тобына қосу (қызыл және жасыл жарық), сөніп-жанатын режим және т.б.;
- Көпқабатты үйде лифтітердің қозғалысы: есіктерді ашу, уақыт интервалын ұстау, есіктерді жабу, көтеруге немесе түсіруге қозғалтқыштарды қосу, берілген қабатқа жету бойынша қозғалтқыштарды сөндіру, есіктерді ашу және т.б.;
- Көше автоматтарында кофе дайындау: алынған ақша сомасын тексеру, картон стақанын шығару, оны берілген кофе мөлшерімен толтыру, сүттің берілген мөлшерімен қосу және т.б.

Әрекеттердің бір кезектілігі көптеген бұйымдарды жаппай әзірлеу кезінде орындалады (мысалы, болттар немесе подшипниктер), нанды пісіру үшін қамырды дайындау немесе ағашты өңдейтін станоктарда бірдей бұйымдарды жасау.

Барлық осы процестер басқарушы құрылғылардың командасы бойынша орындалатын әрекеттердің бірегей кезектілігін білдіреді. Осындай түрдегі құрылғыны *командоаппараттар* деп аталады. Командоаппараттардың екі нұсқасын қарастырамыз: электромеханикалық және электрондық.

Желілі алгоритмдерді орындау үшін алгоритм командаларына сәйкес атқарушы механизмдері үшін дискреттік және ұқсас басқарушы белгілерінің «қатты» кезектілігін қалыптастыру қажет. Біз электр АМ қарастырғандықтан, онда дискреттік басқару белгілері олар үшін кернеудің қарапайым импульстарын білдіреді, олар механизмнің кіре берісінде кернеу көзімен қосылған электр тізбектерді түйістіру арқылы өтеді. Яғни, командоаппараттардың міндеті қажетті кезде қажетті байланыстарды түйістіруде және ажыратуда болады.

Ұқсас басқарушы белгілерде, кернеу дәрежесімен немесе импульстың ұзақтығымен берілген ақпарат бар. Желілі алгоритмнің әрбір командасында ақпараттың мазмұны алдынан белгілі (мысалы, «суппортты 11 мм-ге ауыстыру») болса, онда кернеудің қажетті мәні немесе импульс ұзақтығы (түйінделген жағдайда байланыстардың болған кезінде) командоаппараттардың тиісті элементтері параметрлерін алдын ала таңдаумен жасалуы мүмкін.

«Қатты» логикамен командоаппараттарын салудың мүмкін нұсқаларын қарастырамыз.



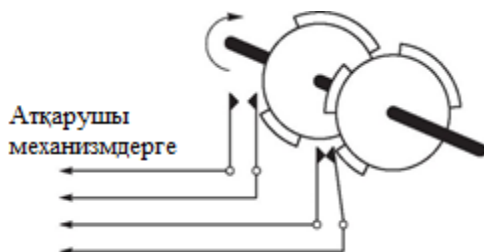
## 7.1.2. Кері байланыссыз командоаппараттар

Кері байланыс деп басқару объектісінің жауапты реакциясына басқару құрылғысын беруді түсіндіреді. Қарапайым құрылғыларында осындай беріліс қарастырылмаған, яғни, басқарушы белгілер, қалай болуы керек, солай атқарушы механизмдермен өңделеді және процесс тиісінше өтеді. Осындай командоаппараттарынан уақыттың белгілі сәтінде байланыстардың түйісуін және ажыратуын талап етеді.

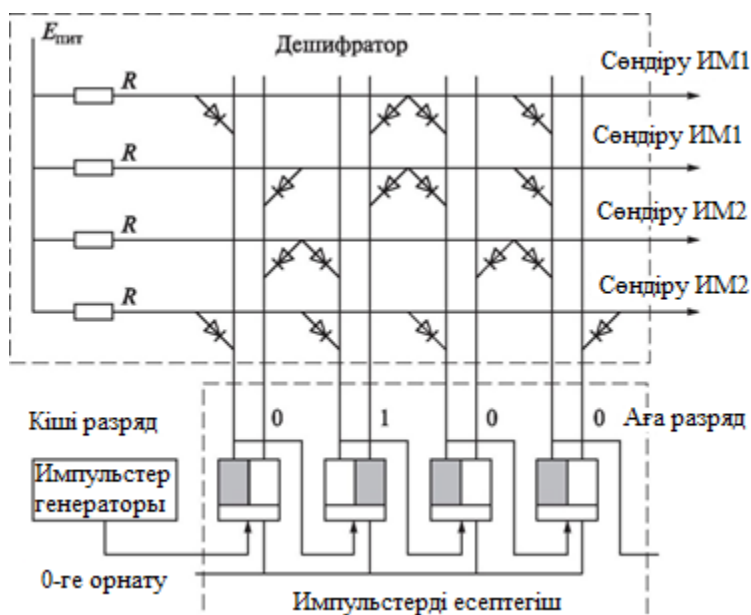
Электромеханикалық командоаппаратта өз құрамында бөлгіш біліктер бар, олар аса кіші жылдамдықпен тұрақты редуктормен жабдықталған электроқозғалтқыштармен қайтарылады. Білікте барабан немесе жұмырдықтар немесе дөңестері бар дисктер бар, олар электр байланыстарына немесе басқа да атқарушы механизмдеріне әсер етеді. 7.1-суретте екі атқарушы механизмдермен басқаруды ұйымдастыру схемасы ұсынылған. Біліктің айналу шамасына қарай дөңестердің ұзындығымен анықталатын уақытқа осы немесе басқа механизмдердің тоқ көзі тізбектері байланыстарымен түйіседі. Біліктің бір айналымы тиісті жабдықтармен басқарудың толық цикліне немесе технологиялық процестің кезеңдеріне сәйкес келеді.

Осындай командоаппараттың конструкциясы қарапайым, бірақ, қажет болған кезде басқару алгоритмінің ауысымы ұштамалармен білікті ауыстыруға немесе аса күрделі ұштамаларды – реттеуші бейіндерді қолдану қажет.

Механикалық байланыстарды байланыссыз ажыратқыштарды ауыстыруға болады, мысалы, оптикалық, егер жұмырдықты механизмдердің орнына анық емес учаскелердің қажетті жерлерінде берілген мөлдік дискісін қолдануға болады. Берілген бұрышқа қол жеткізу үшін диск жарық қабылдағышы арқылы жарық ағымы түсе бастайды, ол байланысты түйіндеуімен тең.



7.1-сурет. Электромеханикалық командоаппараттар жұмысының схемасы



7.2-сурет. Электрондық командоаппараттар схемасының үзіндісі

Ол диск кішігірім бұрышқа айналатынша жалғасады, сонымен қатар, жарық ағымы мөлдірсіз учаскелерді үзеді. Дискінің әр түрлі сақиналы жолақтарында бір-біріне байланысты емес атқарушы механизмдерді басқару бағдарламалары орналасады, олардың әрбіреуі кіреді және жарық қабылдағышы сөнеді. Басқару алгоритмінің ауысымы үшін басқаға дискті ауыстыру жүргізіледі.

Командоаппараттардың электрондық нұсқасы 7.2-суретте көрсетілген. Импульстардың генераторы есептегіштерен есептелетін импульстарының кезектілігі құрылады. Есептегіштердің шығысымен екілік код дешифраторға түседі – бірнеше шығыстары бар құрылғы және есептегіштен түсетін белгілі код кезінде олардың шығысының әрбіреуінде кернеу импульсын құрады. Дешифраторда осындай шығыспен қосылған бір диод таңдалғаннан басқа, кез-келген кодта кіретін жартылай өткізгішті диодты қолданады, ашық жағдайда болады және кернеудің нөлдік деңгейінің шығысында құрылады. Таңдалған код кезінде барлық диодтар жабық және ток көзі кернеуі  $E_{пит}$  дешифратор шығысында резистор  $R$  арқылы өтеді.

7.2-суретте екі атқарушы механизмдерді басқару нұсқасы көрсетілген, алайда, дешифратордың шығыс саны және басқарушы АМ кез-келген болуы мүмкін. Диодтарды келтірілген схемадағы байланысы, алғашқы атқарушы механизм 0010 есептегішінің шығысындағы код кезінде қосылады, ал 0011 кезінде сөнеді. Екінші АМ 0101 код кезінде қосылады, 1000 кезінде сөнеді. Әр түрлі атқарушы механизмдерді қосу және сөндіру дешифратордың шығысына қосылған реленің көмегімен жүргізіледі. Әрбір АМ қосу және сөндірудің нақты уақыты импульстардың жиілігіне байланысты. Алгоритмді ауыстырған кезде дешифраторды ауыстыру немесе ондағы диодтарды өзгерту қажет.

### 7.1.3. Кері байланыспен командоаппараттар

Кері байланыссыз командоаппараттар нақты «соқыр» жұмыс істейді, өйткені, олар олардың командаларының кез-келгенін орындайтындығы және олармен басқарылатын процесі ретінде алынатын ақпарат ретінде қалыптастырады. Осындай кемшілік кері байланыспен құрылғы айырылған, онда кезекті басқарушы белгісі алдыңғы команданы орындау туралы растауды алудан кейін ғана қалыптастырады.

Кері байланысты ұйымдастыру үшін басқарушы жабдық датчиктермен, ережеге сай, дискреттік жабдықталуы тиіс. Олар кез-келген шамалардың белгілі мәнін қолжеткізу сәтінде белгі беріледі: координаттар, температура, жылдамдық, қысым және т.б. Осы функциялар шеткі сөндіргіштер, қысым релесі, биометалл температура релесі және басқа да дискреттік датчиктер орындалады.

Электромеханикалық командоаппараттарында кері байланыс белгілерін пайдалану мүмкін емес, ал электрондық нұсқа бұны жасауға мүмкіндік береді. Есептегіш кірісінде импульстарды беру кері байланыс белгілерінің жетуімен келіседі және есептегіштердің жаңа жағдайына ауысуы оның алдыңғы жағдайына баратын әрекеттерді жасаудан кейін ғана болуы мүмкін.

7.2.

## МИКРОПРОЦЕССОРЛЫҚ БАСҚАРУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ

Микропроцессорлардың (МП) пайда болуымен өндірістік процестерді автоматтандыруда жаңа дәуір басталды. МП базасында құрылғылардың қабілеттілігі арқасында, технологиялық процестерде кез-келген оқиғаларға әрекет етеді,

әр түрлі датчиктерден түсетін қысқа мерзімде ақпаратты қабылдау және микропроцессорлардың басқарушы белгілерінің үлкен мөлшері барлық деңгейде кеңінен тарау алған – деректерді жинау мен өңдеуден технологиялық процестерді толық енгізуге дейін. Операторға ақпаратты ұсыну және оны тіркеу нысаны да өзгерді.

Микропроцессор — ақпараттық құрылғы; ол екілік сан түрінде ұсынылған ақпаратпен жұмыс жасайды. Басқару құралдарының негізгі элементтері ретінде МП үлкен тиімділігі екі принциптерінде негізделеді:

- кез-келген физикалық шаманың кез-келген мәнін екілік сан түрінде жазуға болады;
- кез-келген атқарушы механизмдердің кез-келген әрекетін екілік сан түрінде кодтауға болады.

Яғни, технологиялық параметрлердің (себебі) мәндері арасындағы себепті-тергеу байланыстарын ұйымдастырады және атқарушы механизмге (салдары) талап етілетін әсері бір екілік санның белгілі ережелер бойынша орындалған басқасына ауысу арқылы болады.

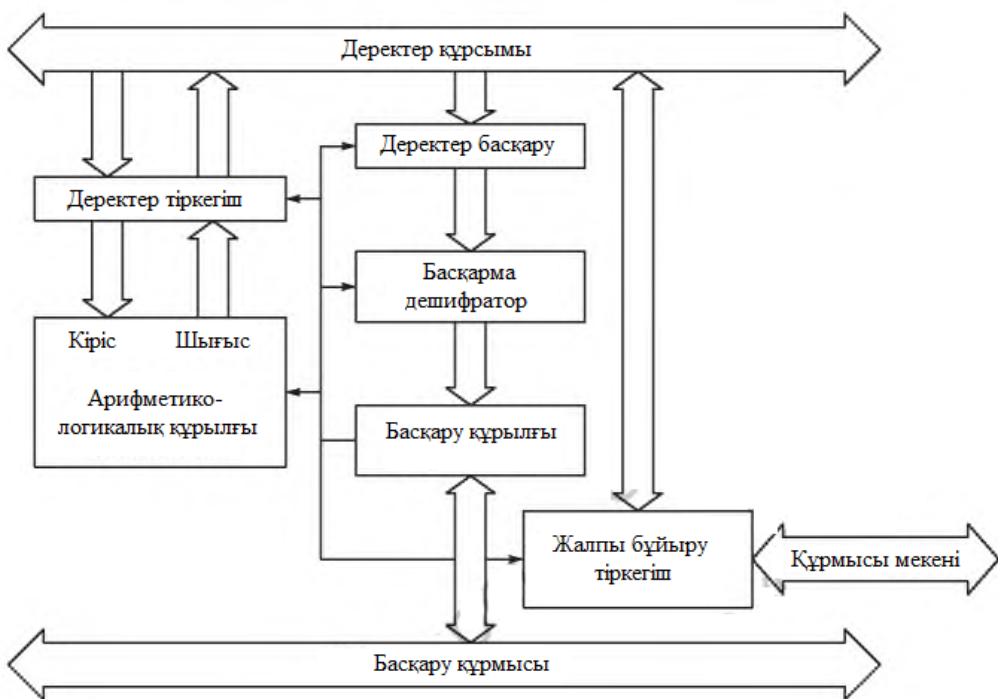
Осындай ауысымды, бір екілік сандарды екіншіге арифметикалық және логикалық операциялардың көмегімен микропроцессор жүзеге асырылады. Қандай операцияларды жүргізу қажет, осы параметр мәндері мен технологиялық процесте осы АМ әсер ету нәтижелері арасындағы тәуелділікті талдау негізінде құрылған МП жұмысын басқару бағдарламасы көрсетіледі.

*Микропроцессор* — бұл екілік сандарды қайта түзетін және бір немесе бірнеше интегралды схемаларымен орындалған бағдарламалық-басқару құрылғысы.

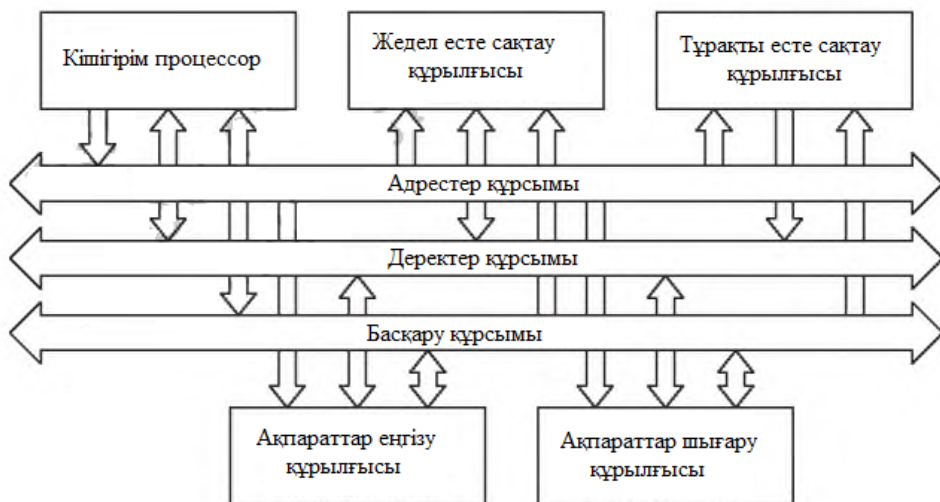
Микропроцессорлардың барлық басқа функциялары, ақпаратты өңдеу де, сондай-ақ, басқарушы әсерін қалыптастыру да, МП жатпайды, оның орнына басқарушы бағдарламаға жатады.

Микропроцессордың жалпы схемасы 7.3-суретте, *а көрсетілген*. Микропроцессор арифметикалық-логикалық құрылғыдан (АЛҚ), басқару құрылғысынан (БҚ) және ішкі жадысынан – жалпы мақсаттағы регистрлерден (ЖМР) тұрады. Құрылғылар үш шинамен байланысты. Әрбір шина – бұл өткізгіштердің тобы, олар бойынша 0 немесе 1 белгісі түрінде екілік кодтар беріледі.

Арифметикалық-логикалық құрылғы 8 – немесе 16-разрядты екілік сандарда арифметикалық (қосу, көбейту) және логикалық (И, ИЛИ) операцияларды орындайды. Сандар оларды уақытша сақтауды қамтамасыз ететін регистрлер арқылы деректер шинасымен түседі.



*a*



7.3-сурет. Микропроцессор:

*a* — жалпы схема; *б* — микроЭВМ құрылымы

Басқару құрылғысы АЛУ және регистрлер жұмысын бағдарлама командасына сәйкес келтіреді. Басқару құрылғылары командалар дешифраторлары арқылы деректер шинасынан команда алады. Команда екілік санды ұсынады: оның бөлігінің бірі – операция коды, олар АЛУ орындау керек, ал екінші бөлігі санның орналасу мекенжайы көрсетіледі, олармен операция жасалатын болады (мысалы, РОН регистрлердің бірі). Екінші саны деректер шинасы бойынша АЛУ-ға түседі. Операцияларды орындау нәтижелері регистрлердің бірінде жазылады және одан әрі деректер шинасына түседі.

Заманауи микропроцессорлар миллиондаған транзисторлардан тұрады және бір секундта жүз миллион операциялары орындалады. Егер МП аса қуатты жадысымен жабдықтаса, онда ақпараттың кіру-шығу құрылғысы, сондай-ақ, қажет болған кезде, жаңа бағдарламаны енгізуге және салуға мүмкіндік беретін басқару пульты болса, онда олар микроЭВМ айналады.

Микропроцессорлар базасында микроЭВМ құрылымдық схемасы 7.3-суретте, **б** келтірілген. МикроЭВМ-де жадының екі түрі бар: тұрақты (ПЗУ) және оперативті (ОЗУ) сақтаушы құрылғы. ПЗУ құрамы әзірлеушімен микроЭВМ жазылады және өшірілмейді. ПЗУ –да микроЭВМ бастапқы жүктеу бағдарламасымен, константтармен, кестелі деректермен және т.б. бос емес. ОЗУ ақпаратты бірнеше рет жазуға және көшіруге болады, сондықтан да, оларды өңдеуге жататын деректерді, аралық нәтижелерді, бағдарламаларды және т.б. оперативті сақтау үшін қолданылады. МикроЭВМ қосқан кезде ОЗУ –дағы ақпарат жоғалады.

Кіру және шығару құрылғысы сыртқы құрылғылармен ақпаратты алмасудың екілік кодтарын қабылдауды және беруді қамтамасыз етеді.

Мекенжайлар шиналары, деректер және басқару оған уақытты бөлу режимінде барлық қосылған құрылғылар арасында ақпаратпен алмасу үшін қолданылады. Микропроцессор осы немесе басқа құрылғылар уақытында әрбір сәтте шиналарға қосумен басқарылады; қалған құрылғылар үшін шиналар осы кезде қолжетімсіз.

Қалыпты жағдайда, микроЭВМ бірегей микросхемалардың жиынтығын білдіреді: микропроцессор, ПЗУ, ОЗУ және т.б. Осылардың барлығы өзара белгі деңгейі, кіріс және шығыс кернеу, қолжетімді жүктемелер және басқа да параметрлер бойынша келісілді.

Ингералды микросхемаларды өндіру технологиясын жетілдіру микроЭВМ құруға мүмкіндік береді, олар қатты магнитті дискпен (ұзақмерзімді жады) басқару жүйесі аппаратурасы қаркасына жеңіл салынған бірегей герметикалық корпусына орнатылады.

Басқару жүйелерінде микропроцессорлар мен микроЭВМ пайдалану нұсқалары жан-жақты. МикроЭВМ пайда болғанға дейін басқару жүйелері орталық болған және бір қуатты және тез әрекет ететін ЭВМ ондаған және жүздеген датчиктер мен атқарушы механизмдерді кезекпен қызмет етеді. Басқарудың заманауи орталықтандырылған жүйелерінде орталық ЭВМ жалпы болмауы мүмкін немесе тек жұмыстарды есептеу және үйлестіру үшін ғана қолданылады, ал көптеген автономды микроЭВМ жабдықтардың әр түрлі бірліктерімен және технологиялық процесс учаскелерімен, процестің жеке параметрлерін басқаруға дейін басқару функцияларын орындайды.

7.4-суретте басқару объектісі параметрлерін реттейтін берілген мәндерін қолдауды қамтамасыз ететін басқарудың бір контурлық жүйесінің іріленген схемасы ұсынылған. Олар басқарудың онтайлы нұсқасы таңдауында ЭВМ-мен құрылыс мүмкіндігін білдіреді. микроЭВМ реттеуші параметрлердің мәнін берілгенмен салыстыру дұрыс емес, ал келетін кезеңде параметрлерді өткізуге талдау нәтижелерін есепке алады және реттеу заңын осы жағдайда таңдайды.

Жергілікті жүйелерде бақылау және басқару міндеттерін орындауға арнайы бағытталған микроЭВМ базасындағы құрылғы «ремиконттар» (РЕТтеуші МИКРОКОНТроллерлер) деген атау алды. МикроЭВМ-нен басқа, оларға ұқсас және дискреттік ақпаратты қайта түзу құрылғысы кіреді, олар ақпаратты енгізу-шығару құрылғылары және оператор пульты деп аталады (7.5-сурет). Бақылаушының жалпы жинасы басқа да ұқсас құрылғымен және басты ЭВМ байланысуға мүмкіндік береді. Қажет болған кезде, басқару жүйесін қайта салу, блоктарды ауыстырмай және жеке элементтерді бермей микроЭВМ бағдарламасын өзгерту жеткілікті.

Өнеркәсіпте микроЭВМ-мен қатар бағдарламаланатын бақылаушы (ББ) қолданылады. Олар, басқару күрделі есептемелерді өткізбей, кіріс белгілерін логикалық өңдеу нәтижелері бойынша жүргізілген жағдайда қолданылады.



7.4-сурет. МикроЭВМ базасында басқарудың бірконтурлы жүйесінің схемасы



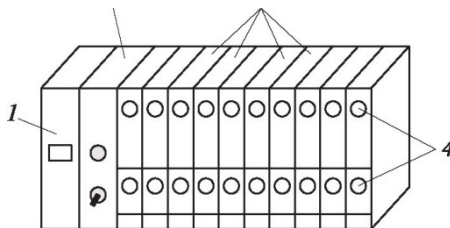
7.5-сурет. Ремиконт схемасы

Осындай бақылаушыларда микроЭВМ қолданылатын бағдарламаудың стандартты тілдерімен жұмыс үшін құралдары жоқ. ДК енгізілетін бағдарламада релейлі-контакті схемалар тілінде немесе ұқсас тілде ұсынылған басқару командасының жинағы бар. Нақты бағдарламаның бақылаушылар, сенімділігі, қайта бағдарламалау ыңғайлылығы және кәсіпорын өндірісін басқару жүйесімен байланысты мүмкіндіктер бойынша басқарудың алдындағы релейлі-контакты жүйелерін ауыстырады.

Бағдарламаның бақылаушыларда микропроцессорлары бар және тоқ көзі технологиялық жабдықтармен байланысқа арналған ақпаратты қайта түзу құрылғысының саны көбірек немесе азырақ (басқару объектісіне байланысты). Бұл датчиктермен құрылған және микропроцессорлармен қабылданатын екілік кодтарда олардың ұқсас және дискреттік белгілерін қайта түзетін құрылғылар және атқарушы механизмдермен қосылған басқару белгілерін шығару құрылғысы. Қажет болған кезде, осы құрылғылардың саны өзгеруі мүмкін.

Микропроцессор, тоқ көзі және ақпаратты қайта түзу құрылғысы конструкциясы жағынан бірізді болады және жалпы шиналар мен кабельдерді бірыңғай бақылау блогына қоса жалпы каркасқа орнатылады (7.6-сурет). Бағдарлама оған қосылған бағдарламалау пультімен ДК жүктеледі.





7.6-сурет. Бағдарламаушы бақылаушы:

**1** — микропроцессор; **2** — тоқ көзі; **3** — кіргізу-шығару құрылғысы; **4** — басқару объектісімен байланысуға арналған ажыратқыштар

Бағдарланушы бақылаушылар, деректерді өңдеу және ДК жұмысын үйлестіру функциясын орындайтын ЭВМ-мен бірге жұмыс істеуі мүмкін. Микроэлектр құрылғыларын одан әрі дамыту және арзандату, олардың функциялары мен мүмкіндіктері бойынша басқарудың жергілікті кіші жүйелерінің әр түрлерін жақындатуға әкеледі. МикроЭВМ базасында да, сондай-ақ, ДК сияқты арнайы өнеркәсіп компьютерлерінде ақпаратты қайта түзу құрылғыларын орнату үшін 20 орынға дейін қарастырылды. Ремиконттар да ұқсас салынған. Басқарудың заманауи жүйелерін дамытудың жалпы тенденциясы – көптеген кіші жүйелер бойынша технологиялық процесімен басқару бойынша міндеттемелердің барлық кешенін бөлу, олардың әрбіреуі технологиялық процестердің өз учаскесіне қызмет көрсететін және басты ЭВМ-мен бірыңғай желіге қосылатын ақпаратты кіргізу және шығару құрылғылардың жиынтығымен қуатты микроЭВМ түрінде зияткерлік ядросына ие.

### 7.3. БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ЭВМ

ЭВМ үш негізгі санаты бар: үлкен әмбебап ЭВМ, мини-ЭВМ және микроЭВМ. Оларды салу принциптері бірдей; айырмашылығы негізінен олардың қуаттылығы мен көлемінде болады. Машиналардың барлық үш санатын ақпаратты қайта түзу құрылғыларымен қосуы және оларды жинау, өңдеу және басқару белгілерін пысықтау үшін қолдануы мүмкін.

Алайда, ЭВМ қолдану саласы әр түрлі болғандықтан, өндірушілер, міндеттердің кең класын кеңейтуге бағытталған жалпы мақсаттағы машиналарға негізгі көңілді бөледі. Өнімділік таратылуы олардың құнын төмендетеді, ал қолдану кеңдігі қызмет көрсетуді жеңілдетеді және арзандатады.

Сол кезде, жалпы мақсаттағы ЭВМ өндірістік міндеттерді шешуге келеді. Олар ағымдағы уақытқа байланысты емес міндеттерге бағытталуында іс болған. Барлық шығыс деректер машинаға ерте енгізіледі және бағдарлама есептеу барысы бойынша, оларды пайдаланған кезде анықталады. ЭВМ-де шешілетін көпшілік міндеттер күрделі есептемелер нәтижелерін іздеуге келеді. Егер ЭВМ-мен жұмыс жасайтын адамды тек осы нәтижелер ғана қызықтырса, онда ол машина жұмысына оларды алғанға дейін араласпайды. Ол үшін, машина қанша уақытты есептеуге жұмсағаны маңызды емес. Ешқандай сыртқы мән-жайлар мен оқиғалар ЭВМ жұмысында осындай режимде көрінбейді (электр ток көзін сөндіруден басқа).

Технологиялық процестерді басқару жүйесінде ЭВМ басқаша жұмыс істейді. Датчиктер мен атқарушы механизмдер арқылы олар шынайы уақытта өтетін процеспен тікелей қосылады. Жабдықтармен әрекет ете отыра, ЭВМ ТП беретін қарқында, яғни, шынайы уақыт режимінде жұмыс істеуге мәжбүр. Машинамен жасалатын әрекеттер, оператормен немесе бағдарламамен емес, оның орнына осы сәтте қалыптасқан процеспен, жағдаймен жиі анықталады. Бағдарламалар ТП-нен деректердің түсуіне тұрақты дайындықта болады, олар өңдеумен басталады, яғни, басқарушы ЭВМ сыртқы оқиғалардан «жұмыс істейді».

Қалыптасқан жағдайға машинаның реакциясы шынайы уақытта және сатудағы кез-келген кідірістер болуы тиіс, мысалы, апаттық бағдарламалар материалдық және адамдық жоғалтулармен болуы мүмкін. Сондықтан да, басқарушы ЭВМ максималды тез әрекет етуімен және кез-келген сәтте талап етілген үлкен есептеу қуаттылығымен иеленуі тиіс.

Басқарушы ЭВМ қабілеттілігі технологиялық процесінде болатын оқиғаға жедел әрекет етеді, ағымдағы бағдарламаны орындау, арнайы бағдарламамен орындауды сыртқы оқиғаға әрекет етуі үшін үзілуімен қамтамасыз етіледі. Оны аяқтағаннан кейін машина үзілген бағдарламаға қайтарылады. Үзілу аппараттық деп аталады, сондықтан да, аппаратурамен басталады, яғни, қолжетімді мәнінен тыс параметрлердің шығуын анықтаған ақпаратты қайта түзетін құрылғылардың бірімен басталады. Осындай ақпараттың басқарушы ЭВМ қабылдау үшін арнайы кірістер бар.

Шынайы ЭВМ қолжетімді шектерде осы немесе басқа параметрлер шығысында әрекет етудің талап етілетін жылдамдығынан үзудің бірнеше деңгейі қарастырылған. Жоғары басымнан артық ұзу белгісі, яғни, аса маңызды параметрден ауыстқыған кезде түскен

аса төмен басымдылықтың үзуіне қызмет көрсететін бағдарламалардың орындауынан үзе алады (бірақ, керісінше).

Мысал келтірейік. Сіз сүтпен кофе дайындауды шештіңіз, сүті бар ыдысты плитаға қойып, кофетүйгіште кофе дәндерін үгіте бастадыңыз. Плитаға көз салып, сіз сүттің тасиын дегенін көріп қаласыз, осы кезде есік қағылады. Сіздің әрекетіңіз қандай болады?

Әрине, дәндерді үгіту процесін үзу керек болады, бірақ, ол маңызды емес – оны қайтадан кейін жалғастыруға болады. Тасыған сүтке және есіктің қағуына қатысты, сізге осы факторлардың әрбіреуінің маңыздылығын бағалау керек және сізге маңыздысынан бастау қажет.

Осылайша, дәнді үгіту, сіз осы процесі үзудің екі белгісін алды. Олардың дәрежесіне сәйкес сіз алдымен, плитадан сүтті тез алыңыз, кейін сіздің қонағыңызға есік ашасыз, ал одан кейін дәнді үгу процесін жалғастырасыз.

Басқарушы ЭВМ үзген кезде іске асырылады, тек белгілерді қалыптастырушылар ретінде сіздің көзіңіз бен құлағыңыз көмектеседі, ал ЭВМ технологиялық параметрлерінің датчигімен берліген ақпаратты өңдеу құрылғысынан осы белгілерді алады.

Яғни, жауапты және күрделі технологиялық процестерді басқару үшін мамандандырылған ЭВМ қажетті болады, оларды әзірлеу кезінде барлық алдында көрсетілген факторлар есепке алынады, бірақ, осындай машиналарды әзірлеу, өндіру және қызмет көрсету біршама қымбаттау.

## 7.4. БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУІ

Кез-келген ЭВМ, микроЭВМ –нен үлкенге дейін, секундына миллион рет екілік сандарды салыстыру, қосу және жылжыту операцияларын орындауға қабілетті. ЭВМ барлық интеллекті, барлық оның мүмкіндіктері, соның ішінде, технологиялық процестерді басқару бойынша, ЭВМ бағдарламалық қамтамасыз етуінде болады.

2-тарауда көрсетілгендей, бағдарлама – бұл машинаға түсінікті тілде жазылған алгоритм. Өз кезегінде, алгоритм – бұл мақсатқа қол жеткізуге жетекші әрекеттердің бірізділігі. Яғни, ол үшін автоматты жүйесі технологиялық процесс жүргізілді, осы процестің алгоритмін құрау және машинаға түсінікті тілде оны жазу қажет.

Кез-келген технологиялық процесс кезеңдерге бөліге болады, ол, өз кезегінде, аса кіші қадамдарға бөлуге болады және т.б. Әрбір кезеңде, әрбір қадамда өз мақсаты бар және осы мақсаттарға жету бойынша әрекеттердің бірізділігін құруға болады, олардан барлық процесінің алгоритмін құрайды. Алгоритмді құраушы жабдықтар жұмысының барлық нюанстарды, барлық талаптар мен шектеулерді, технологиялық процестердің барлық ерекшеліктерін білуі қажет.

Ол жұмысшының әрбір әрекетін сипаттауы тиіс, ол қолмен ТП тиісті операциясын орындайды және әрекеттің осы немесе басқа нұсқасы таңдалған себептерін есепке алу қажет және ылғи да белгілі емес (яғни, тәжірибе мен біліктілік деп аталатындығын есепке алады) – машиналарға өздігінен есептеу және шешімдерді қабылдау қажет.

Алгоритм жасалған кезде, оны машинаға түсінікті тілде жазу қажет. Ең алғашқы ЭВМ бағдарламалар үшін машина тілінде жазылған, олар екілік санмен арифметикоинформациялық құрылғылардың жұмысының командаларына сәйкес келетін екілік кодтардың жинтығын білдіреді. Еңбек пен уақыт шығыны үлкен болатын, ЭВМ әрбір түрінде машина тілі бар.

Қазір, бағдарламалар адам тіліне жақын жоғары деңгейдегі тілде құралады, ол өте ыңғайлы, ал машина осы тілдермен командаларды өзінікіне аударады (осыған кейбір уақытты жұмсайды). Осыған байланысты, басқарудың нақты міндеттемелерін шешу үшін төмен деңгейінің арнайы тілдерін құрайды, машинаға аса жақын және аса оперативті басқаруды қамтамасыз етеді.

Мысалы, ЧПУ-мен станоктарды бағдарламалау үшін, әріптік және сандық белгілердің үйлесуін білдіретін әрбір операцияларды орындау үшін командалар қолданылады. Әріптермен операция атауы, оны орындау талаптары, координаттар (немесе басқа параметр) белгіленеді, ал сандар сандық мәнін немесе параметрдің шартты кодын қолданады. Әріптік белгілер ретінде тиісті терминдердің қысқартулары мен бастапқы әріптері қолданылады, сондықтан да, жеңіл жатталады және бағдарламаны құруды жеңілдетумен түсіндіріледі.

Осылайша, станок шпинделінің айналу жиілігін орнату командасы келесідей болуы мүмкін: N35 G95 S800 M4, ол: N35 — команданың (35) нөмірі (N); G95 — шпиндельді айналу жиілігін беру (G) (код 95); S800 — айналу жиілігінің сандық мәні (S) (800 об/мин); M — айналу бағытын тапсыру; 4 — айналу бағытының коды

(сағат тіліне қарсы). Қадам жасағаннан кейін станокпен орындалатын барлық операциялармен бағдарланады. Бағдарлама станоктың командоаппаратқа орнатылатын магнит лентасына немесе дискке жазылады.

Екілік кодына команданы аудару арнайы бағдарламаның – ассемблердің көмегімен жүргізіледі. Ассемблер екілік кодта ұсынылған команда тізімімен әрбір командасын салыстырады және тиісті екілік эквивалентке әріптік-сандық белгілердің жиынтығын ауыстырады. Команданы шифрлеу станоктың микроЭВМ өңделеді, яғни, әрбір екілік коды бойынша нақты атқарушы механизмі үшін оған сәйкес келетін нақты басқарушы белгісін құрайды.

ЧПУ-мен заманауи станоктарда қуатты микроЭВМ бар және станокта тікелей бағдарламаларды енгізуге және қарауға мүмкіндік беретін дисплеймен басқару пультымен жабдықталған. Үлкен рөлі бағдарламамен оператормен сөйлесу ыңғайлығы атқарады (мысалы, қателер саны маңызды түрде азаяды, егер, клавиатураны пайдаланудың орнында экрандық мәзірдің қажетті тармақтарын қарапайым таңдауға болады).

Технологиялық жабдықтардың тобына қызмет көрсететін микроЭВМ басқару міндеттерінің аса кең шеңберін шешеді және ақпарат көздері мен қабылдағыштардың үлкен көлемімен байланысты, сондықтан да, олар үшін басқару алгоритмдері аса күрделі. Олар үшін бағдарламалар аса жоғары деңгейдегі тілде жасалады, мысалы, FORTRAN немесе С тілдерде. Бағдарламаны қысқарту үшін кеңінен кіші бағдарламалар қолданылады, олар қосалқы алгоритмдерге ұқсас. Кіші бағдарламаларға көп рет қаралу бір жұмыс бағдарламасының әр түрлі жерінен мүмкін болады, сондай-ақ, әр түрлі жұмыс орнынан. Негізгі бағдарламада кіші бағдарламаға қаралу қажеттілігі туындаған кезде, осы кіші бағдарламаға деректерді енгізу жүргізіледі, одан кейін оны басқаруға беріледі. Кіші бағдарламаларды орындалғаннан кейін басқару негізгі бағдарламаға көшеді.

Мысал ретінде тұрмыстық кір жуғыш машина жұмысын бағдарламалау бойынша қарапайым әрекеттерді қарастырайық. Кір жууға келесі кезеңдер кіреді: судың белгілі мөлшерін құю, суды берілген температураға дейін қыздыру, айналу бағытын ауыстырумен берілген уақыт ішінде барабанның айналуы, суды төгу, сығу. Осы технологиялық процестердің қандай ерекшеліктерін оны автоматтандыру үшін көңілге алу қажет?

Суды төгуден бастаймыз. Су ағымын басқару үшін электроклапанды пайдалана алады, оларды басқару электр кернеуі ретінде басқару белгісіне беруге әкеледі.

Осы уақыттың аяқталуын сұйықтық деңгейі датчиктері белгісі бойынша анықтауға болады, олар дискреттік болуы және электр тізбегі байланыстарының түйісуі арқылы қажетті дәрежесіне қолжеткізу туралы ақпарат беруі мүмкін. Бұл белгі электрклапанды қосу үшін қолданылады.

Келесі кезең – суды қажетті температураға дейін қыздыру. Бізге қыздырушыға дискреттік басқарушы белгісін беруі қажет және температура датчигінен ақпаратты қарайды. Өйткені, кір жуу температурасының мәні бекітілген болып табылады және алдын ала беріледі, дискреттік реле датчигін қолдануға болады, берілген температураға жеткенде электр тізбегін түйеді. Осы белгі бойынша қыздырғышты сөндіру қажет.

Кейін кір жуу процесін іске қосу қажет. Машинаның электр қозғалтқышы, оған берілген уақытқа, мысалы, 10 с-қа кіретін басқарушы белгісін береді. Бұл уақыт, басқарушы құрылғыны команда бойынша кіргізілген және импульстар генераторымен қосылған есептегіштерді есептеуі тиіс. 10 с уақыт интервалына сәйкес келетін импульстардың саны түскен кезде (олардың жиілігін есепке алумен), есептегіш шығысындағы коды мәніне жетеді, онда дешифратор күйге келтірілген және қозғалтқышты қосу белгісін қалыптастырады.

Кейін басқарушы құрылғы қозғалтқыштың айналу бағытын қосу релесіне белгі береді және берілген уақытына оны қайтадан қосады, осы операциялар циклде қайтала отыра беріледі (мысалы, 100).

Суды төгу шығысқа ұқсас, бірақ, төгу электрклапандармен бірге суды соратын сорап кіреді, ал олар үшін судың нөлдік деңгейіндегі датчик белгісі қолданылады.

Сығу үшін берілген уақытта қозғалтқышты қайтадан қосады (мысалы, 30 с-қа) және қозғалтқыш айналымын басқаратын тізбекті қосатын реле кіреді, өйткені, сыққан кезде олар, кір жуу режимінен қарағанда жоғары.

Осылайша, басқарушы құрылғы су деңгейінің екі датчигінің дискреттік белгілерін, температура датчигін және дешифраторды қабылдауы тиіс және судың кіруі мен шығуына электрклапандарда дискреттік басқарушы белгілерге береді, қыздырғышқа, электрқозғалтқышқа, есептегішке және айналу бағытын қосу және қозғалтқыш жылдамдығын ауыстыру релесіне береді.

Технологиялық процестін осындай ұқсас талдаудан кейін және қажетті ақпараттық және басқарушы белгілерін процесс алгоритмін, ал кейін бағдарламалау тілдерінің бірінде кіші бағдарламаларын құру қиын емес.

Бұл мысал, бір кішігірім процесін ғана автоматтандыру үшін жеңуді қажет ететін жұмыс туралы ұсыныс береді. Өндірісте технологиялық процестерді автоматтандыру бойынша жұмыстың барлық көлемін елестетіп көріңіз.

Қазіргі кезде, бөлу АСУ ТП қолданылады, онда процестің жеке кезеңдерін орындаудың бағдарламалары бағдарламайтын бақылаушылармен және технологиялық жабдықтардың тобы немесе жеке бірлікпен қызмет көрсететін микроЭВМ орындалады. Осы құрылғылардың жұмысын үйлестіруші жоғары деңгейдегі ЭВМ орындалады.

ЭВМ жадысында, технологиялық процестің әр түрлі учаскелеріне қызмет көрсету сияқты, сондай-ақ, параллельді міндеттерді шешуге де есептелген көп бағдарламалар жүктелді: есептеу, талдау, ақпаратты операторға ұсыну және т.б. ЭВМ орталық процессоры, ТП жабдығынан карағанда тезірек болады. Аткарушы механизмдер олардың командаларымен берілгенше, ЭВМ басқа жұмысымен (фондық) айналысуы мүмкін, мысалы, операторға ақпаратты жіберу, осы жұмысты басқа (фондық) бағдарлама бойынша орындайды. Бақылаушы немесе төменгі деңгейдегі микроЭВМ жоғары ЭВМ қосуына берілуі тиіс. Ол фондық бағдарламадан асады және технологиялық процесс жабдығына қызмет көрсету бағдарламасына ЭВМ айналысады.

ЭВМ пайдаланудың осындай режимі *мультибағдарламалар* деп аталады. Машина әр түрлі міндеттерді шешеді (нақтырақ, әр түрлі міндеттер үзінділер) уақыт бойынша болады, жоғары жылдамдығы үшін оның жұмысы, барлық міндеттер бізмезгілде шешіледі.

Әр түрлі деңгейдегі бағдарламалар бағдарламалауды автоматтандыру жүйелерінің көмегімен жалпы мақсаттағы ЭВМ көрсетуі мүмкін. Осы жүйелер бағдарламаны құруға ғана емес, бірақ, осы ЭВМ оның жұмысын модельдеді, онда олар орналасқан, сондай-ақ, оның кез-келген жеріне түзету қажеттілігі кезінде орындалатын бағдарламаны салу қажет.

## 7.5.

## БАСҚАРУ ОБЪЕКТИСІМЕН ЭВМ ІЛЕСУІ

Технологиялық процестермен бақылаудың және басқарудың барлық техникалық құралдары, соның ішінде, ЭВМ, соның ішінде, олардың орналасқан жері бойынша екі негізгі топтарға бөлуге болады:

1) технологиялық жабдықтарда немесе оның жанында тікелей орналасатын құралдар;

2) жабдықтарды техногиялық процестен жоюға, олардың қасында немесе бақылау мен басқару қызметінің орынжайда орналасатын құралдар.

Бірінші топқа датчиктер мен атқарушы механизмдер жатады, екінші топқа – ЭВМ және белгілерді қайта түзудің электрондық құрылғылар. Олардың арасындағы байланысатын буын ауыспалы құрылғы болып табылады.

Осымен қарайды, техникалық құралдар мен технологиялық процестермен бақылау және басқару ЭВМ жүйелерінің қолданыстағы алуан түрлілігі кезінде жалпы ережелер бойынша әрекет ететін және бір ізді жасалған бірыңғай организмді ұсынуы тиіс. Осындай жүйелерді құрудың аса ұтымды жолы өнеркәсіппен шығарылатын және келесі талаптарды қанағаттандыратын стандартты құрылғыларды пайдалануда болады.

1. Жүйелі талаптар. Датчиктердің кең номенклатурасымен (вакуум қысымы  $10^7$  Па-ға дейін; температура  $-270$  -дан  $3\ 000^\circ\text{C}$ -ға дейін; айналу жиілігі 10-ден 300 000 об/мин-ға дейін және т.б.) және атқарушы механизмдер (тұрақты және ауыспалы тоқ электр қозғалтқыштары, жібергіш электр клапандары, электрмагниттері және 12-ден 380 В дейінгі кернеумен реле және т.б.) қарастырылуы мүмкін.

2. ЭВМ-мен қосылу талаптары. Олар ЭВМ-ге техникалық құралдарды қосу ыңғайлығымен, ЭВМ-мен белгілердің алмасуымен, ЭВМ-мен байланыс арналарын қорғаумен және т.б. байланысты.

3. Конструктивті талаптар. Олар АСУ техникалық құралдардың конструкцияларын пайдалау үшін ыңғайлы құруымен байланысты.

ЭВМ-мен бақылау және басқару жүйелерінің техникалық құралдары байланысын ұйымдастыру *технологиялық процестермен ЭВМ-мен* ілесуі деп аталады.

Алдында аталған талаптар АСУ электрондық құралдарын салудың магистралды-модульдік принциптерін қолдану кезінде қанағаттандырады.

Осы принципке сәйкес электрондық құрылғылардың әрбіреуі (күшейткіштер, АЦП, ЦАП, кіріс және шығыс регистрлер, соның ішінде, атқарушы механизмдерді басқаруға арналған күштік құрылғылар) немесе біртүрлі құрылыстардың топтары өзінің кіріс және шығыс ажыратқыштармен жеке әмбебап моделін білдіреді. Бұл өнеркәсіп компьютерінің еркін слоттарының (ажыратқыштардың) біріне кіретін немесе әмбебап каркаста (крейтте) орналасқан аяқталған әмбебап блогында жеке плата болуы мүмкін.



Барлық модульдер (жеке платалар да, сондай-ақ, бірегейлік блоктар) бірегей стандартты магистральға қосылады, ол бойынша ТП параметрлері туралы деректерінің екілік кодына қайта ауыстыратын ЭВМ беріледі, ал ЭВМ-нен атқарушы механизмдері үшін басқарушы белгілер келеді (сондай-ақ, екілік кодтар түрінде). Барлық модульдердің жұмысын, жеке модуль ретінде де, сондай-ақ, бірегей конструктивті ресімдеуде орындалған бақылаушы үйлестіреді.

САМАС (Computer Application to Measurement And Control — өлшеу мен басқару үшін компьютердің қолдануы) алғашқы магистралды-модульдік жүйесі АҚШ-да XX ғасырда 70-жылдарда әзірленетін болады. Бұл ядролық медицина саласында күрделі эксперименталды зерттеулерді өткізу үшін ақпараттық-өлшеу жүйелері болады, бірақ, олар медицинада, өнеркәсіпте және ауыл шаруашылығында пайдаланылады.

Ресейде КМТБМЖ ұқсас жүйесі (көп машиналы талдаудың бірегей модульдері жүйесі) Жоғары энергия физика институтында 1970-жылдарының соңында пайда болды (Протвино к.), ал 1980-жылдары «Вектор» магистралды-модульдік жүйесі ретінде Дубнада кеңінен шығарылған.

«Вектор» және САМАС жүйелерінің принципі бірдей «Вектор» жүйесіндегі модульдер көлемі миллиметрлерде, ал САМАС жүйесінде – дюймдерде өлшенетіндігінен басқа, конструктивті шешім жағынан бірдей. Екі жүйеде де стандартты:

- модульдер түрлері (блоктар): кіріс және шығыс регистрлері, күшейткіштер, АЦП, ЦАП, коммутаторлар, есептегіштер, қысым өлшегіштер, температуралар, вакуумдар;
- конструктивті элементтер көлемдері: плат, ажыратқыштар, каркастар, тіректер;
- тоқ көзі: кернеу +5, -5, +12, -12, +24, -24 Тұрақты токта, 220 В ауыспалы тоқ 50 Гц жиілігімен;
- датчиктерден белгілер параметрлері: тоқ — 0-ден 5 –ке дейін немесе 20 мА-ға дейін, кернеу — 0-ден 10 В-ға дейін;
- құрамалардың электр схемасы;
- құрылғылар арасында деректердің алмасу қағидалары.

Екі жүйенің негізгі конструктивті элементі – тірек, онда модульмен және тоқ көзімен үш каркасына дейін орнатасады. Әрбір каркаста бірегей енінің 25 модуліне дейін белгіленеді («Вектор» жүйесі үшін 20 мм және САМАС үшін шамамен 2/3 дюйм (17,2 мм)) артқы панельде 99-байланыс ажыратқыштар. Өз кезегінде, каркастың артқы қабырғасында

магистральға қосылған 25 стандартты 90-байланысты ажыратқыштар қосылған.

Модульдар мен ЭВМ арасында деректерді алмасу магистралі барлық ажыратқыштардың барлық бір атаулы шығыстарына параллельді қосылатын сымдардың үлкен мөлшерін білдіреді (жеке сымдар немесе баспа плата жолдары түрінде) (тоқ көзінің ажыратқыштарынан басқа, онда құрамалардың өз схемасы бар). Біркелкі белгілерді беретін немесе бірдей функцияларды орындайтын магистральдар сымдарының тобы шиналар деп аталады: деректер шиналар, тоқ көзі шиналары және т.б. арнайы бағыттаушылар бойынша әрбір модуль ажыратқышты толық қосылғанға және жалпы магистральға қосылуға дейін қарқасқа қойылған.

Модуль микросхемалармен платасын ұсынады және ережеге сай, көп арналы құрылғылармен (16, 32, 64, 128 арналарға регистрлер; 16 арнаға температура өлшегіштер және т.б.) болып табылады. Бірнеше әр түрлі құрылғылардың бір платасында орналасуы мүмкін (мысалы, АЦП, ЦАП, күшейткіш).

Әрбір модульдің алдыңғы панелінде ажыратқыштар орнатылған, олардың көмегімен ол датчиктермен және атқарушы механизмдермен қосылады. Бұл, ережеге сай, көпбайланысты ажыратқыштар бар.

Егер технологиялық процестерді басқару үшін қарқаста орналасқан модульдердің санына жеткіліксіз болса, (яғни,



7.7-сурет. Магистраль құрылымы магистралі

датчиктер мен атқарушы механизмдер көп), онда тірекке модульдердің өзіндік жинағымен екінші қаркаста, ал қажет болған кезде – үшінші қаркаста орналасады.

Модульдер мен ЭВМ арасындағы ақпаратпен алмасу бақылаушының барлық тірегі үшін бірегейлікті қамтамасыз етеді. Оның құрамына белгілердің күрделі өңдеуін жетектейтін және оларды басқа модульдермен өңдеу кезектілігін басқаратын микропроцессор кіруі мүмкін. Бірінші кезекте, апаттық белгілер өңделеді, кейін – қорғау тізбегіндегі белгілер, одан әрі – тез өзгеретін белгілер және т.б.

Бақылаушылардың микропроцессоры белгілерді алдын алып өңдеу және тірек модулінен ақпаратты жинақтауды орындайды, ол басқарудың барлық жүйесінің жұмысын тездетеді.

Бақылаушы қаркастың барлық модульдерімен магистральмен байланысты. Магистральдың ерекшелігі ақпаратты кезекті беру режимінде жұмыс болып табылады, яғни, әрбір сәтте магистраль бір модульмен айналысты, одан ақпарат алады немесе ол арқылы беріледі. Бақылаушының өзі, модульдердің қайсысына әрбір нақты сәтте магистральді ұсынуымен анықталады. Магистральда келесі құрылымы бар (7.7-сурет):

- мекенжайлар мен операция шиналары, олар бойынша модуль магистральне бақылаушыға жіберілетін код және жасалатын операциялардың шартты коды беріледі (мысалы, ЭВМ-нен модульден тандалған №2 құрылғылардан деректерді беру);
- деректер шинасы, ол бойынша ЭВМ-де модульден, технологиялық параметрлер туралы ақпаратты алады және басқарушы белгілер кодының модульде ЭВМ-нен сандық түрінде беріледі;
- қызметтік белгілер шиналары, мысалы, үзу белгілері, апаттық жағдай белгілері, жұмысқа модульдердің дайындық белгісі мен магистраль модульдері сұранысы және т.б.

Бақылаушы микропроцессор жадысында модульдерді сұрату бағдарламасы сақталады. Мысалы, датчиктердің бірінен технологиялық параметрлердің мәні туралы ақпарат алу қажет. Қандай модульмен датчик шығысы қосылғандығы белгілі. Бақылаушы, кодқа сәйкес логикалық белгі 1 болуы тиіс шиналардан кернеу көзімен қосылып, осы модульдің екілік коды мекенжайларының шинасына шығады. Бұл екілік код магистральға қосылған барлық модульдерге түседі. Бірақ, бір модульде дешифратор, осы модульде орналасқан құрылғыларға бақылаушымен көрсетілген операцияларды орындауға рұқсат беретін, мысалы, екілік кодта қажетті датчиктен белгілерді қайта түзу қажет. Осы дешифратор деректер шинасында нәтиженің екілік коды модульдерінің шығыс тізбектеріне рұқсат береді, ол бойынша микропроцессорға және ЭВМ-ге одан әрі талдау үшін түседі.

Технологиялық жабдықтармен микропроцессорды басқару үшін модуль кодының мекенжайлар шинасына береді, олармен қажетті атқарушы механизмдері қосылған, ал деректер шинасында – басқарушы белгінің екілік коды.

Қалыпты жағдайда осы код сандық ұқсас қайта түзуші модулі қабылдайды, онда атқарушы механизмдері үшін ұқсас бақсарушы белгісін қалыптастырады.

Әр түрлі құрылғылар арасында ақпаратты беруді ұйымдастырудың магистральды-модульдік принципі технологиялық процестерді бақылаудың және басқарудың заманауи жүйелерінде кеңінен қолданылады.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

---

1. Командоаппарат деген не? Ол қашан қолданылады?
2. Кері байланыс деген не?
3. Механикалық командоаппарат жұмысын жазыңыз.
4. Электрондық командоаппаратына мысал келтіріңіз және оның жұмысын сипаттаңыз.
5. Микропроцессор деген не?
6. Микропроцессордың негізгі бөліктерін және оның функцияларын айтаңыз.
7. МикроЭВМ негізгі бөліктерін атаңыз.
8. Шина деп не айтылады? Қандай шиналар және МикроЭВМ не үшін қолданылады?
9. Ремиконт деген не?
10. Бағдарламаның бақылаушының функциясы қандай?
11. АСУ ТП-да ЭВМ жұмысы немен ерекшеленеді?
12. Аппараттық үзу деген не және ол не үшін керек?
13. Үзу белгілері артықшылықтарының мәнін түсіндіріңіз.
14. Машина тілдері және жоғары деңгейдегі тіл арасындағы қандай айырмашылық?
15. Қандай тілде – машиналық немесе жоғары деңгейде – СББ-мен станоктар үшін бағдарламалар тіліне жақын?
16. Неліктен ЭВМ мультибағдарламалық режим қолданылады?
17. ЭВМ-мен басқару объектімен ілесу не деп аталады?
18. АСУ электрондық құралдарды салудың магистральды-модульдік принципі немен жасалады?
19. Қандай магистральді-модульді жүйелерді білесіз?
20. Магистральды –модульді принциптерді қолданған кезде бақылаушы рөлі қандай?
21. Магистраль бойынша онда деректерді беру және модульдерді таңдау қалай өтеді?

# ИІЛІМДІ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ӨНДІРІС ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

Адам өмір бойы өз еңбегін жеңілдетуге, она аса тартымды, өнімді етуге, осы немесе басқа өнімдерді шығару қатысушыларының санын қысқартуға, мүмкіндігінде өндірісті адамдардың қатысуынсыз етуге, машиналар мен механизмдердің күрделі немесе қауіпті операцияларын жасауға тырмысады. Әсіресе, бұл, әрбір жұмыс күні көптеген айлар және жылдар бойы бір операцияны жасаған кезде бұқаралық өндіріс ретінде көрінеді. Бұл жұмысшыларды шаршатады және еңбек өнімділігін төмендетеді. Өндірісті автоматтандыру осы проблемаларды шешеді: станок-автоматтар негізгі операцияларды орындай бастайды, ал жұмысшылар олармен тығыз байланысты роботтар – қосалқы және көлік-қйома операциялары.

Алайда, қоғамның қарқынды дамуы өндіріс алдында жаңа міндеттерді қояды. Тауарлардың жаңа түрлерін әзірлеу, бұйымдарды үнемі жетілдіру, ғылым мен технологияларды тез дамыту бұқаралық өндіріс өнімдері ассортиментінің қысқаруына және кіші партиялармен әзірленетін және жабдықтарды тұрақты салуды талап ететін бұйымдарды шығару көлемдердерінің қарқынды өсуіне алып келеді. Салу уақыты мен бағасы өндірістің дамуында маңызды тежеуіш болған және иілімді өндірістік жүйелердің пайда болуына әкеледі.

## 8.1. ИІЛІМДІ ӨНДІРІСТІК ЖҮЙЕЛЕР

### 8.1.1. Қатты және иілімді жүйелер

Алғашқы автоматтандырылған және автоматты жүйелер станоктарда жеке технологиялық операцияларды автоматтандыруға мүмкіндік береді, кейін адамның қатысуынсыз жұмыс істейтін станок-автоматтар пайда болды.

Автомат-станоктарды біріктіру, олардың әрбіреуі белгілі операцияларды орындауға бағытталған, басқарудың бірыңғай жүйесімен топта автоматтандырудың бірінші кезеңін құрайтын қатты автоматты желілерді салу негіздемесі болады.

Станоктардың осындай желісі технологиялық процесінің барысына орналасады және бір автоматты басқасына дайындық беруге мүмкіндік беретін бірыңғай көлік жүйелері арасында байланысты.

Дайындама қозғалысының сипаты бойынша автоматты желі бойында үш түрге бөлуге болады:

- синхрондық, барлық станоктар бір тактіде жұмыс істейді, ал дайындамалар бір станоктан басқасына қатты көлік желілердің көмегімен беріледі. Бір автоматтың істен шығуы барлық желіні тоқтатады;
- асинхрондық, барлық автоматтар уақыт бойынша бір-біріне байланысты жұмыс істейді, онда дайындамалардың немесе детальдардың белгілі қоры бар және иілімді көлік жүйесімен қызмет көрсетеді. Осындай жүйеде бір автоматтың белгілі уақыт ішінде бас тартуы (бірнеше сағат бойы) жалпы желі жұмысына білдірмейді;
- роторлық, онда детальдар бір роторлық машинадан басқасына ауыстыру процесінде өңделеді.

Автоматты сызықтар бірқалыпты дене еңбегінен жұмысшыларды босатуға, өнімділікті жоғарлатуға, өзіндік құнын төмендетуге және шығарылатын өнім сапасын жоғарлатуға мүмкіндік береді.

Сол кезде қатты автоматты сызықтар қатты логикамен жұмыс істейді және бір номенклатураның өнімдерін шығаруға бағытталған.

Деталь конструкциясында немесе технологиялық процесінде кішігірім өзгерістер жабдықтың ұзақ тоқтауын, қайта салуын және басқару жүйесінің өзгеруін талап етеді.

Автоматизациялаудың жаңа тармағы электрондық-есептеу техникалық енгізуден кейін, әсіресе, басқарушы ЭВМ мүмкін болады. Бұл, өз кезегінде, сандық бағдарламалық басқарумен (СББ) жабдықтарды құруға көмектеседі.

Станокта детальдарды әзірлеу бойынша барлық технологиялық операциялар белгілі ара-қашықтықта, белгілі бағытта және белгілі жылдамдықта жұмыс органдарын ауыстыруға беріледі.

Бұл, детальдарды өңдеу кезінде әрбір қадамды бір-біріне сандар түрдің барлық операцияларды код береді және білдіру қажет. Егер осы сандар бағдарлама түрінде станок жадысына беріледі (перфолента, перфокарта, магнитті тасығыштар) (сондықтан да, осындай атауы - «сандық бағдарламалық басқару»), онда есептегіш құрылғылар бағдарлама тасығыштың командасы бойынша станоктың жұмыс органдарын басқара алады.

Сонымен қатар, сандардың кезектілігі электр белгілерге қайта түзіледі, олар жұмыс органдарын, белгілі ара-қашықтықта, белгілі жылдамдықпен және белгілі бағытта атқарушы механизмдерінің көмегімен ауыса отыра пысықтайды.

СББ-мен станоктардың ЭВМ-мен үйлесуі қамтамасыз етеді:

- детальдарды өңдеу кезінде оңтайлы режимдер;
- бос жүріс кезінде жұмыс органдарын ауыстырудың максималды жылдамдығы.

Сандық бағдарламалық басқарумен жабдықтарды енгізу бір номенклатураның өнімдері мен бұйымдарын шығаруға жіберілген қатты автоматтандырылған желілерден бас тартуға мүмкіндік береді (бұқаралық өндірісі шегінен) және автоматтандырудың келесі деңгейіне ауысады.

Автоматтандырудың екінші кезеңі – қайта бағдарламалау жабдықтарын құру – кең номенклатурасының жаппай шығарылуын салуға мүмкіндік береді, соның ішінде, ұсақ сериялы өндірісте кішігірім партиялармен. Бұл әр түрлі деңгейде иілімді өндірістік жүйелердің (ИАӨ) пайда болуының арқасында – технологиялық жабдықтардың бірнеше бірліктерінен тұратын топтардан автоматтандырылған өндірісіне дейін толығымен мүмкін болады.

ИАӨ негізгі бірлігі деп СББ-мен көп операциялық станоктар саналауы мүмкін, онда жаңа бұйымды шығаруда шешілетін міндеттемелерді қайта бағдарламауға әкеледі. МикроЭВМ басқаруымен, осындай станоктар автоматты түрде технологиялық процестер операцияларын орындайды, көпреттік технологиялық циклдердің автоматты жүзеге асырады. Олар өңдеу процесінде бұйымдар параметрлерін автоматты бақылау және өлшеу жүйелерімен, автоматты дайындаманың тиеу-жүктеу құралдарымен жабдыкталады, технологиялық жабдықтарды және т.б. ауыстыруға арналған құрылғы кіруі мүмкін. Технологиялық жабдықтардың осындай бірліктерін иілімді өндірістік модульдер (ИӨМ) деген атау алды.

Олардың пайда болуымен бір жабдықта жүздеген өнімдердің жаңа түрлерін шығару, оны үнемі жаңарту және сапасын жақсарту мүмкін болды.

Иілімді өндірістік модульдер тек автономды ғана емес, сонымен қатар, басқа да технологиялық жабдықтармен өзара әрекет етуі мүмкін. Автоматты көлік-қойма жүйесімен біріккен және орталық ЭВМ басқаруымен жұмыс істейтін ИӨМ,

**иілімді автоматтандырылған желісін** түзеді. Басқарудың жалпы жүйесімен біріккен бірнеше осындай желілер **иілімді автоматты учаскені** немесе **иілімді автоматтандырылған цехін** білдіреді.

Егер өнім өндірісінің жалпы процесі кірсе, өнімдерді автоматтандырылған жобалау, оны әзірлеу технологиясы және өндірістің технологиялық дайындау сияқты кезеңдер, заманауи ЭВМ көмегімен мүмкін болса, онда заманауи жоғары тиімді **иілімді автоматтандырылған өндіріс (ИАӨ) болады.**

Иілімді автоматтандырылған өндіріс қамтамасыз етіледі:

- бұйым өндірісі бағдарламасының тез өзгеруі мүмкін;
- бұйымдар партиялардың кіші көлемдерімен және олардың өндірісін игерудің қысқа кезеңімен жоғары өнімділігін үйлестіру;
- өнімнің өзіндік құнын төмен қысқарту;
- адамсыз өндірісін енгізуге дейін жұмыс істейтін сандарды маңызды қысқарту;
- жабдықтардың үздіксіз тәулік бойы және жыл бойы жұмыстары есебінен 2-3 рет еңбек өнімділігін жоғарлату;
- өнім сапасын жоғарлату.

### 8.1.2. ИАӨ құрылымы

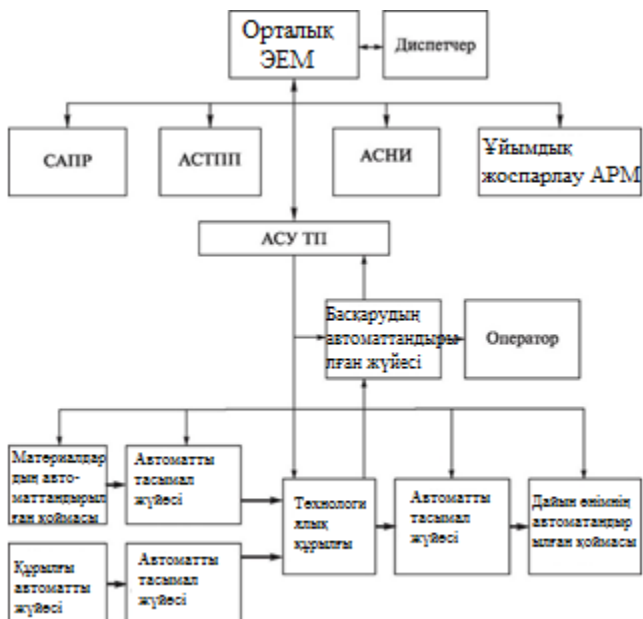
Иілімді автоматтандырылған өндіріс екі негізгі бөліктен тұрады:

1) Өнім өндірісінің процесін қамтамасыз ететін иілімді өндірістік жүйе;

2) Автоматтандырылған жобалау жүйелері (САПР), ғылыми зерттеулердің автоматтандырылған жүйелері (АСНИ), өндірістің технологиялық дайындығының автоматтандырылған жүйесі (АСТПП). Барлық осы жүйелер өздігінен, арнайы бағдарламалардың басқаруымен жұмыс істейтін және бірыңғай есептеу жүйелері кіретін автоматтандырылған жұмыс орнын (АРМ) білдіреді.

Өз кезегінде, өндіріс процесі қамтамасыз ететін ИАӨ үш негізгі жүйелерден тұрады: технологиялық, көлікжүктеу және басқару.





8.1-сурет. ИАӨ құрылымдық схемасы:

—\*— ақпараттық ағымдардың қозғалысы; -► — материалдық ағыстардың қозғалысы

**Технологиялық жүйеде** технологиялық жабдықтар бар, мысалы, ЭВМ басқарылатын бірыңғай кешенге кірген СББ көп операциялық станоктар түрінде болады.

**Көліктік-тасу жүйесіне** материалдарды, дайындамаларды, құралдарды, дайын өнімді, өндіріс қалдықтарын тасымалдау және сақтау бойынша жұмыстарды орындауға арналған қосалқы жабдық кіреді. Олар үлгілі автоматты модульдерден тұрады: көліктік, қоймалық және т.б.

**Басқару жүйесі** ИАӨ орталық басқару ЭВМ, АСУ ТП басқару құрылғылары мен станоктардың микроЭВМ станоктары кіреді, оларда осы немесе басқа детальдарды өңдеу бағдарламалары кіреді. Орталық ЭВМ детальдардың әрбір партиясынан өтуде қарау қажет, оларды станоктар бойынша бөледі, диагностика жүргізеді және әрбір станоктың жағдайын есепке алады және т.б.

ИАӨ құрылымдық схемасы 8.1-суретте берілген. ИАӨ жұмысына жоғары білікті мамандар мен жұмысшылар қатысады: инженерлер, ғылыми қызметкерлер, бағдарламашылар, қызмет көрсететін және жөндейтін бригадалар, диспетчерлер.

Әрбір маманның автоматтандырылған жұмыс орны өзіндік дербес ЭВМ білдіреді, оның бағдарламалық қамтамасыз етуі осы маманның қызметі саласына бағытталған. Барлық АЖО орталық ЭВМ-мен бірыңғай есептеу желісіне біріктірілген.

Орталық ЭВМ ғылым қызметкердің, конструктордың, технологтың АЖО-нан ақпаратты жинайды, ұйымдастырушылық жоспарлау және тиісті деректер ретінде технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйесіне жібереді.

АСУ ТП технологиялық жабдықтарды басқарады және бірізгілікте барлық көмекші жүйелермен: материалдардың автоматты қоймасымен (немесе дайындамалармен немесе жинақтаушы құралдармен); материалдарды технологиялық жабдыққа автоматты көлік жүйесімен, құралдардың автоматты қоймаларымен және оны технологиялық жабдықтарға жеткізудің автоматты жүйесімен, дайын өнімді жеткізудің автоматты көлік жүйесімен және дайын өнімдерді қоймасымен, оны эзірлеу нақытылғы мен сапасын тікелей бақылайтын дайын өнімдерді бақылаудың автоматты жүйесімен жүргізіледі.

Осылайша, бірыңғай жүйеге өнімге құжаттардың барлық кешенін эзірлеу де, сондай-ақ, оны эзірлеу және сақтау да кіреді.

## 8.2.

## РОБОТТАР ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

---

ИАӨ роботтар кеңінен қолдану тапқан. Өнеркәсіпте қолданылатын роботтар *өнеркәсіптік роботтар* деп аталады.

«Робот» сөзі *XX ғасырдың басында пайда болды және чех сөзі **robota*** пайда болады, ол адамға тән физикалық жұмысты жасауға қабілетті әмбебап механизм ретінде анықтауға болады. Адамды ауыр және қауіпті жұмыстарда ауыстыруға талпыныс роботты құру идеясын жасады.

*Робот* — күрделі кеңістіктік ауыстырулармен жұмыс операцияларын орындайтын автоматты манипулятор.

Роботтардың әмбебаптылығы (көп функционалдығы) оларды негізгі технологиялық жабдықтар ретінде де (жинау операциялары, дәнекерлеу және малярлық жұмыстар), сондай-ақ, қосалқы жабдықтар ретінде (көлікті тиеу жүйелерде, бақылау және диагностикалау жүйелерінде) кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, өз мүмкіндіктері бойынша робот адамнан біршама асып түседі. Ол ауыр, ыңғайлы емес, зиянды немесе қауіпті жағдайларда жұмыс жасауы мүмкін. Ол адамнан жүк көтергіштігі, тез әрекет етуі, нақтылығы жағынан артық. Оған жұмыста үзіліс, демалыс қажет емес және осының бәрі биологиялық организм ретінде адамға тән.

Роботтардың тарихы Ежелгі Египетте басталды, онда қозғалмалы қолдармен және ұзымен құдайлар бейнелері құрылды. Тағы да XII ғасырда алғашқы адамға ұқсас механикалық фигуралар – андроидтар, құлдар, музыканттар, жазушылар құрылған болатын. Олардың бөліктерін қозғалысқа келтіру үшін судың әлеуетті энергиясы, бу немесе кір қолданылады. XVII ғасырдың ортасында дарынды төмен қалалық механигі И. П. Кулибин қаздың ұясының көлеміндей сағат корпусында музыкалық театр-автомат орнатылған. Осы сағаттар Мемлекеттік Эрмитажға келушілердің көңілінен әлі де шығады. XX ғасырда, электрониканың дамуына байланысты дауыспен немесе радио бойынша басқарылатын, қозғалатын, отыратын, тұратын және қарапайым операцияларды орындайтын күрделі роботтар пайда болған.

Алғашқы өнеркәсіп роботтар АҚШ-та XX ғасырдың 60-жылдары автомобильді салу зауыттарында пайда болды. 1975 жылы әлемде шамамен 8 мың робот есептелді. 2005 жылы олардың саны 2,5 млн. жетті. Өндіріс және роботтарды қолдану бойынша әлемде бірінші орынды Жапония алады. Одан кейін, АҚШ, Италия, Франция, Швеция. Терең жұмыстарға арналған сезімтал ұстайтын құрылғымен алғашқы отандық телебасқаратын робот 1968 жылы құрылған болатын. Роботтарға адам өміріне қауіпті жұмысты ара-қашықтықта орындайтын манипуляторларды жатқызуға болады. Бұл ядролық, химиялық немесе биологиялық заттармен жұмыстар, су асты жұмыстары, ашық космостағы жұмыстар.

1985 жылы Ресейде өнеркәсіптік роботтар паркі 40 мың данадан асты және әлемдік парктің 40 % жетті. Алайда, XX ғасырдың 90-жылдарында, өкінішке орай, робототехникаларды дамыту бойынша жоспарлық жұмыстар тоқтатылған болатын, роботтардың паркі біршама қысқартылды.

Бүгінгі күні роботтар адами қызметтердің барлық салаларында қолданылады: машина жасауда, құрылыста, ауыл шаруашылығында, медицинада, ғылымда, тамақ және жеңіл өнеркәсібінде. Мұхитта терең су асты жұмыстарына және ашық космоста, соның ішінде Айда және Марста жұмыстарға роботтардың ғана күші жетеді.

Құрамына роботтар кіретін жүйелер және кешендер **роботталған** деп аталады, ал онда роботтар негізгі технологиялық операцияларды орындайтын жүйелер мен кешендерді – **робототехникалық** деп аталады.

Робот екі негізгі жүйелерден тұрады:

- манипуляторлар мен қозғалыс құрылғысы кіретін атқарушы;
- ақпараттық-басқарушы.

Негізгі қолдану, қысқыш құрылғылармен (адам қолына ұқсас) немесе арнайы құралдармен (мысалы, дәнекерлеу немесе бояу үшін) аяқталатын бұрыштық және түсетін қозғалыстармен кинематикалық бу түрінде орындалатын **механикалық манипуляторлар** тапқан. Ережеге сай, оларда үштен алты қозғалыс деңгейіне дейін болады, ол қозғалыстың аса күрделі траекториясын алуға және робот мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Ұялы роботтарда **қозғалыс құрылғылары** ретінде электр, пневматикалық және гидравликалық энергияны – доңғалақ, құрт тәрізді және қадамды энергияның дәстүрлі көлік құралдары қолдау тапты. Бір жағынан, олар роботпен қызмет көрсететін жұмыс аймағын кеңейтуге мүмкіндік береді, ал екінші жағынан – жүктерді ауыстыруға арналған роботтарды – робокарларды құруға мүмкіндік береді. Робокарлар, ережеге сай, манипуляторлар жоқ және қоймада және қалдықтарға арналған қоймаларда орналасқан стационарлық манипуляторлармен жұмысқа есептелген.

**Роботтың ақпараттық-басқару жүйесі** атқарушы жүйеге қызмет көрсетуге арналған. Олар сыртқы орта туралы ақпаратты ұсынатын сенсорлық органдармен және ондағы робот жағдайымен жабдықталған – робот-көршімен қақтығыспау қажет! Техникалық көру және әр түрлі өлшегіштердің органдары (температура, кеңістіктегі жағдай және т.б.), олардың негізінде тиісті датчиктер құрайды.

Әсіресе, СББ станоктармен роботтың ортақ жұмысы тиімді; сонымен қатар, станок пен роботтың СББ жүйесі жалпы болуы мүмкін.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАР

---

1. Қатты және иілімді өндірістік жүйелер арасында қандай айырмашылық бар?
2. Қатты автоматты желілер типтерін атаңыз. Әрбір типтің ерекшеліктері неде?
3. Иілімді автоматты өндірісімен шешілетін сұрақтарды атаңыз.

4. ИАӨ құрылымдық схемасын түсіндіріңіз.
5. Роботқа анықтама беріңіз және оның мүмкіндіктерін сипаттаңыз.
6. Роботталған және роботтехникалық кешендер арасындағы айырмашылық неде?
7. Қандай негізгі жүйелерден робот тұрады? Әрбір жүйенің мақсаты қандай?

1. *Белов М. П.* Үлгілі өндірістік механизмдері мен технологиялық кешендердің автоматтандырылған электр жетегі: оқулық/ М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2004. — 576 б.
2. *Белянин П. Н.* Иілімді өндірістік жүйелер: оқу құралы / П. Н. Белянин, М. Ф. Идзон, А. С. Жогин. — М. : Машина жасау, 1988. — 256 б.
3. *Головенков С. Н.* Бағдарламалық басқарумен станоктарды автоматты реттеу және автоматика негіздері: оқулық/ С. Н. Головенков, С. В. Сироткин. — М. : Машина жасау, 1988. — 288 б.
4. *Горошков Б. И.* Автоматты басқару : оқулық / Б. И. Горошков. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2003. — 304 б.
5. *Гуревич Б. М.* Жас жұмысшы үшін электроника жөніндегі анықтамалық – 4 ші басылым, қайта өңдеу және қосымша / Б. М. Гуревич, Н. С. Иваненко. — М. : Жоғары мектеп, 1987. — 272 б.
6. *Давиденко К. Я.* АСУ ТП бағдарламалау технологиясы / К. Я. Давиденко. — М. : Энергоатомиздат, 1986. — 184 б.
7. *Ильяшенко Л. А.* Бағдарламалық басқарумен өнеркәсіптік қондырғылардың электр жабдығы: оқу құралы / Л. А. Ильяшенко. — М. : Жоғары мектеп, 1987. — 79 б.
8. *Келим Ю. М.* Автоматты басқару жүйелерінің үлгілі элементтері: оқу құралы / Ю. М. Келим. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2002. — 384 б.
9. Өнеркәсіптік объектілерді басқаруда мини-және микроЭВМ / [Л. Г. Филиппов, И. Р. Фрейдзон, А. Давидовичу және т.б.] ; И. Р. Фрейдзон, Л. Г. Филиппова редакциясымен. — Л. : Машина жасау. Ленингр. бөлімшесі, 1984. — 336 б.
10. АСУ ТП жобалаушы анықтамалығы/ [Г. Л. Смилянский, Л. З. Амлинский, В. Я. Баранов и др.] ; Г. Л. Смилянский редакциясымен — М. : Машина жасау, 1983. — 527 б.
11. *Ступин Ю. В.* ЭВМ негізінде физикалық эксперименттер мен қондырғыларды автоматтандыру әдістері/ Ю. В. Ступин. — М. : Энергоатомиздат, 1983. — 288 б.
12. *Терган В. С.* Өндірісті автоматтандыру негіздері: оқу құралы / В. С. Терган, И. Б. Андреев, Б. С. Либерман. — М. : Машина жасау, 1982. — 270 б.
13. *Черпаков Б. И.* Өндірісті автоматизациялау және механизациялау: оқу құралы / Б. И. Черпаков, Л. И. Вереина. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2004. — 384 б.
14. *Шандров Б. В.* Өндірісті автоматизациялау (металлды өңдеу) : оқулық / Б. В. Шандров, А. А. Шапарин, А. Д. Чудаков. — М. : ИРПО : «Академия» баспа орталығы, 2002. — 256 б.
15. *Шишмарев В. Ю.* Технологиялық процестерді автоматтандыру: оқу құралы / В. Ю. Шишмарев. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2005. — 352 б.

16. *Шишмарев В. Ю.* Автоматика : учебник / В. Ю. Шишмарев. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2005. — 288 б.
17. *Шишмарев В. Ю.* Автоматты басқару жүйелерінің үлгілі элементтері: оқулық / В. Ю. Шишмарев. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2004. — 304 б.
18. *Юревич Е. И.* Робототехникалар негіздері: оқу құралы — 2-ші баслым / Е. И. Юревич. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005. — 416 б.

## Автоматтандырудың техникалық құралдарымен алгоритмді іске асыру мысалы

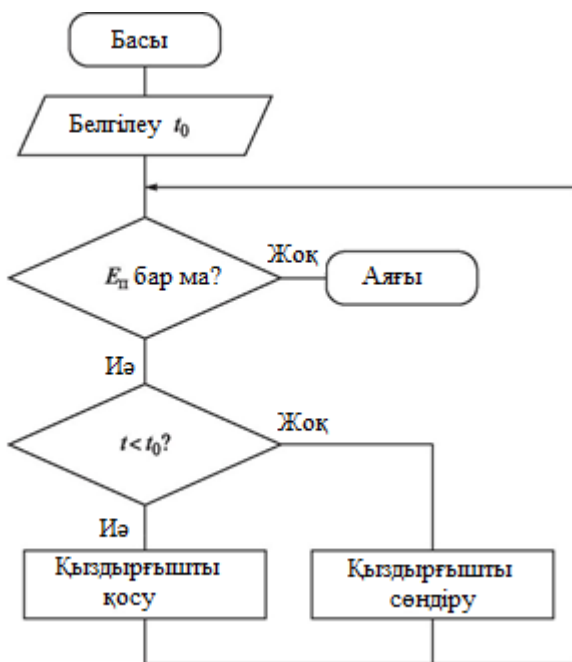
Алгоритмнен оны іске асыруға қозғалтудың кезеңдерін алдымен жеке электрондық құрылғылармен, кейін басқарудың микропроцессорлық құрылғыларының көмегімен қарастырамыз.

Автоматтандырылған процесс ретінде объекті температурасының берілген мәнін қолдау процесін таңдаймыз.

2.2.4-тараушасында « $t$  дейін қыздыру» алгоритмін сөзбен сипаттау (26 бетті қара), ал 2.3.2-тараушасында оның блок-схемасы ұсынылған (33 б. қара).

Қойылған міндетке сәйкес, берілген температура  $t_0$  тұрақты қолдануы тиіс, яғни, объектінің суу шамасына қарай қыздырғыш қайта қосылуы тиіс.

Осы мәселені шешу үшін жүйенің үздіксіз жұмысының циклін ұйымдастыру қажет. Объектінің температурасы  $t$  үнемі қолдануы тиіс болғандықтан, аппаратура жұмыс жағдайында болады,



П.1-сурет. Объекті температурасын қолдау алгоритмінің блок-схемасы



циклдің қайталану жағдайы ретінде техникалық құралдардың тоқ көзі кернеуінің  $E_n$  болуын таңдауға болады.

Сұрақтарды шешу алгоритмінің сөзбен жазылуы келесідей болады:

- 1) мәндерін енгізу  $t_0$ ;
- 2)  $E_n$ , кернеу болғанша, әрекеттерді орындау;
- 3) егер  $t < t_0$ , қыздырғышты қосу;
- 4) қыздырғышты басқаша қосу;
- 5) тармақтаудың соңы;
- 6) циклдің соңы.

Осы алгоритмінің блок-схемасы П.1-суретте келтірілген.

Температураның  $t_0$  талап ететін мәндерін бергеннен кейін  $E_n$  тоқ көзінің кернеуінің болуы тексеріледі. Ол болған кезде, объектінің ағымдағы температурасы  $t$  туралы ақпарат температураның  $t_0$  берілген мәні туралы ақпараты бар белгімен салыстырады. Егер объектінің температурасы берілгеннен төмен болса, қыздырғышты қосу командасы беріледі, одан кейін тоқ көзі кернеуінің болуы қайтадан тексеріледі, температура салыстырылады және т.б.

Объектінің температурасы берілген мәніне жеткен кезде (яғни,  $t < t_0$  жағдайы бұзылса), қыздырғышты қосу командасы беріледі, кейін тоқ көзі кернеуінің болуы тексеріледі, температура салыстырылады және т.б.

Тоқ көзі кернеуі сөнген кезде  $E_n$  алгоритмді орындау аяқталады.

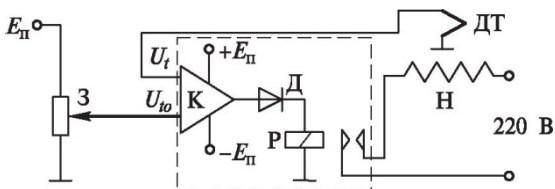
Алгоритм логикасынан, оны іске асыру үшін келесі құрылғылар қажет екендігі көрінеді:

- берілген мән  $t_0$ , электр кернеуі түрінде болады (берілгіш);
- $E_n$  кернеуінің белгілі болуы. Осы кернеудің болуы, алгоритмге сәйкес, қыздырғыштың және басқа да техникалық құралдардың жұмысын тоқтатуы тиіс. Алайда, техникалық құралдардың тоқ көзін сөндіру олардың жұмысын тоқтатуға әкеледі, сондықтан да,  $E_n$  болуын анықтау үшін жеке құрылғы талап етілмейді;
- Объектінің  $t$  температурасы туралы ағымдағы ақпарат (температура датчигі);
- $t$  және  $t_0$  мәндері туралы ақпараты бар белгілерді салыстыру (компаратор);
- қосатын және сөндіретін қыздырғыштар (реле).

Қарастыратын алгоритмді жеке электрондық құрылғылармен іске асыру схемасы П.2-суретте келтірілген.

ДТ температура датчигінен  $U_t$  белгілерін және 3 берілгіштен  $U_{ta}$  салыстыру К компаратормен жүргізіледі, оның ретінде операциялық күшейткішті қолданады.  $U_t < U_{ta}$  ( $t < t_0$ ) кезінде, компаратордың шығысында  $+E_n$  оң полярлық тоқ көзінің кернеуі болады.

Р релені орау арқылы токты ағады, реле контактілері жабылады және Н қыздырғышты қосады.



П.2-сурет. Объектілер температурасын қолдау жүйесінің схемасы

$U_t$  онда  $U_{to}$  асады, компаратордың шығысында кернеу полярлығы теріс болады,  $D$  диод реленің айналуға тоқ жібермейді, реле байланысы жабылады және қыздырғышты сөндіреді. Объект салқындау шамасына қарай, бір сәтте  $U_t$ ,  $U_{to}$  аз бола бастайды және процесс қайталанады.  $E_n$  реле тоқ көзі кернеуін сөндірген кезде тоқсызданады, оның байланыстары ашылған жағдайында қалады және объектіні қыздыру жүргізілмейді.

Заманауи автоматты жүйелері микропроцессорлық басқару құрылғылар (МБК) базасында іске асырылады. Осындай құрылғы көптеген процесстерді бірмезгілде басқаруы және соның ішінде, электрондық құрылғылар функцияларын орындауы мүмкін (П.2-суретте сызықпен сызылған).

Мысалы LOGO отбасы бағдарламалайтын реле (БР) қызмет етуі мүмкін! Бағдарламалық бақылаушының қарапайымдатылған нұсқасы болып табылатын Siemens фирмасы, басқарудың белгілі белгілерін қалыптастыруымен ерекшеленеді.

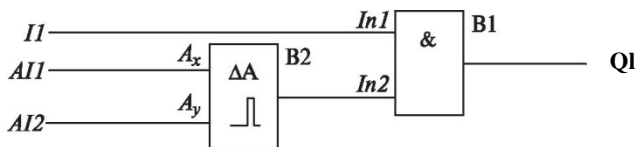
Бағдарламаланатын реледе сегіз дискреттік кіріс бар ( $I1... I8$ ), олардың екеуі ( $I7$  және  $I8$ ) ұқсас кіріс ретінде қолданылады ( $A1I$  және  $A12$ ), және төрт дискреттік шығыс ( $Q1... Q4$ ). Кеңейту блогының қосылуын талап етілгенге дейін кіріс және шығыс санын ұлғайтуға болады.

ПР жұмыс жасау үшін оның микропроцессорда логикалық (ЖӘНЕ, НЕМЕСЕ, БОЛМАСА ЖӘНЕ Т.Б.) немесе арнайы функциялар(импульстарды генерациялау, импульстарды кідірту, ұқсас белгілерді күшейту, олардың мәндерін салыстыру және т.б.) орындалатын функционалды блоктар релесіне салынған қосылу схемаларын ұсынатын коммутациялық бағдарлама енгізілетін болады. Бағдарлама алгоритмі негізінде құрылады, онда атқарушы механизмнің ПР шығысына қосылып орындалады.

Функционалды блоктар ПР экранында олардың белгілерімен көрсетіледі, блоктар арасында қосындылар қажетті кіріс (шығыс) қажетті блоктар экранында таңдау берілген. Релеге салынған блоктар кірісінде  $I_n$  (дискреттік кіріс) немесе  $A$  (ұқсас кіріс) кіреді.

Арнайы функцияларды орындайтын салынған функционалды блоктар санына ПР LOGO! ұқсас компаратор кіреді.

П.2-суретте көрсетілгендей құрылғылар функцияларын орындайтын коммутациялық схема П.3-суретте көрсетілген. Оған LOGO! ИӘ коммунациялық схемаларда белгіленген және & белгісімен берілген ұқсас компаратор кіреді.



П.3-сурет. Объект температурасын қолдау жүйесінің коммутациялық бағдарламасы

Дискреттік кірісте  $U$  кернеу  $E_n$ , ұқсас кіріске  $A11$  температура датчиктен кернеуге жол береді, ал екінші ұқсас кірісінде  $A12$  —  $Q1$  шығысында  $K$  беру белгісі қыздырғыш қосылады.

Жүйе жұмысы, жеке электрондық құрылғылар ретінде де нақты. 1 белгі (кернеудің оң дәрежесі) компаратор шығысында, кіріс белгісі  $A_x$   $A_y$  белгісінен азырақ орнатылады және  $A_x$   $A_y$ - нан көбірек болған кезде алынып тасталады.  $Q1$  шығысында И блогы арқылы 1 белгісінен өткен үшін И блогының екінші кірісінде 1 белгі болуы тиіс, яғни,  $E_n$  ток кернеуі болуы тиіс. Ол болмаған кезде И блогының шығысында 0 болады, яғни, қыздырғыш сөндіргіш қалады.

МУУ қолдану артықшылығы, онда ең алуан түрлі алгоритмдерді сататын көптеген бағдарламалар кіруі мүмкін. Алгоритмдерді кез-келген өзгерістер кезінде ПР басқару пульты арқылы немесе ПР қосылған компьютер арқылы қажетті бағдарламаны өзгерту жеткілікті. Осы кезде датчиктермен және атқарушы құрылғылармен ПР қосылу схемасында ешқандай өзгерістерді жасау қажет емес.

Құрметті оқырман!	3
Алғы сөз	4
<b>1 тарау. Өндірісті автоматтандыру және техникалық прогресс</b>	<b>5</b>
1.1. Негізгі түсініктер	5
1.2. Технологиялық процестерді автоматтандыру жүйесі	9
1.3. Технологиялық процестерді басқару	11
<b>2 тарау. Алгоритмдер</b>	<b>14</b>
2.1. Алгоритмнің түсінігі	14
2.2. Алгоритм түрлері	17
2.2.1. Желілі алгоритмдер	17
2.2.2. Тармақтаумен алгоритмдер	17
2.2.3. Циклдік алгоритмдер	20
2.2.4. Қосалқы алгоритмдер	24
2.3. Алгоритмді жазу тәсілдері	27
2.3.1. Сөзбен жазу	27
2.3.2. Графикалық ұсыным	27
2.3.3. Алгоритмдік тіл	34
<b>3 тарау. Басқарудың, бақылаудың және реттеудің автоматты жүйелері</b>	<b>40</b>
3.1. Негізгі түсініктер және анықтамалар	40
3.1.1. Процесстер	40
3.1.2. Басқару	41
3.1.3. Белгілер	43
3.1.4. Атқарушы механизмдер	47
3.1.5. Датчиктер	48
3.1.6. Байланыс арналары	49
3.1.7. Автоматты жүйелер типтері	51
3.2. Автоматты бақылау жүйелері	53
3.2.1. Бақылаушы параметрлері	53
3.2.2. Автоматты бақылау жүйелерінің алгоритмі	55
3.2.3. Параметрлерді бақылаудың техникалық құралдары	58
3.3. Автоматты басқару жүйелері	63
3.3.1. Автоматты басқару жүйесінің алгоритмі	63
3.3.2. Басқарудың техникалық құралдары	66
3.4. Автоматты реттеу жүйелері	69
3.4.1. Реттеу принциптері	69
3.4.2. Автоматты реттеу жүйелерінің тұрақтылығы	72
3.4.3. САР буынының сипаттамасы	73

4 тарау. Датчиктер	83
4.1. Датчиктердің негізгі сипаттамалары	83
4.2. Техникалық параметрлердің датчиктері	87
4.2.1. Жалпы мәліметтер	87
4.2.2. алғашқы механикалық қайта түзгіштер	88
4.2.3. Желілі және бұрыштық қайта ауыстыру датчиктері	91
4.2.4. Жылдамдық датчиктері	101
4.2.5. деформация датчиктері	102
4.2.6. Күш датчиктері	103
4.2.7. Температура датчиктері	104
4.2.8. Дискреттік параметрлер датчиктері	107
5 тарау. Белгілерді қайта түзу құрылғысы	111
5.1. Ауыспалы құрылғылар	112
5.2. Белгілерді нормалау құрылғысы	116
5.2.1. Жалпы мәліметтер	116
5.2.2. Филтрлер	116
5.2.3. Кернеуде тоқты қайта түзушілер	
5.2.4. Аттеноаторлар	118
5.2.5. Мосттық өлшеу тізбектері	118
5.3. Күшейткіштер	120
5.4. Сандық құрылғы	126
5.4.1. Жалпы мәліметтер	126
5.4.2. Триггерлер	127
5.4.3. Регистрлар	128
5.4.4. Есептегіштер	129
5.4.5. Коммутаторлар	131
5.5. Цифроаналогтық және аналог-сандық қайта түзгіштер	133
5.5.1. Цифроаналогтық қайта түзгіштер	133
5.5.2. Кванттау уақыт бойынша және кванттау деңгей бойынша	135
5.5.3. Аналог-цифрлік қайта түзгіштер	137
6 тарау. Атқарушы механизмдер	142
6.1. Атқарушы механизмдердің түрлері	142
6.2. Электромеханикалық атқарушы механизмдер	144
6.2.1. Электр козғалтқыштар	144
6.2.2. Электромагнитті муфталар	156
6.2.3. Электромагниттер және реле	159
6.3. Электропневматикалық және электрогидравликалық Атқарушы механизмдер	162
6.3.1. Электропневматикалық атқарушы механизмдері	162
6.3.2. Электрогидравликалық атқарушы механизмдері	165
7 тарау. Автоматты жүйелермен басқару құрылғылары	167
7.1. «Қатты» логикамен басқару құрылғылары	
7.1.1. Желілі процестер	167
7.1.2. Кері байланыссыз командоаппараттар	169
7.1.3. Кері байланыспен командоаппараттар	171
7.2. Микропроцессорлық басқару құрылғылары	171

7.3.	Басқару жүйесінде ЭВМ .....	177
7.4.	Бақылау және басқару жүйесінің бағдарламалық қамтамасыз ету .....	179
7.5.	Басқару объектісімен ЭВМ ілесуі .....	183
8 тарау.	<b>Ілімді автоматтандырылған өндіріс және робототехникалық жүйелер</b> .....	189
8.1.	Ілімді өндірістік жүйелер .....	189
8.2.	Қатты және иілімді жүйелер .....	194
	Қосымша .....	200
	Әдебиеттер тізімі .....	198

*Оқу шығарымы*

**Пантелеев Владимир Николаевич,  
Прошин Владимир Михайлович**

**Өндірісті автоматтандыру негіздері**

**Оқулық**

*Редакторлар* И. В. Мочалова, Е. Н. Соколова

*Техникалық редактор* Н. И. Горбачева

*Компьютерлік терілім:* Н. В. Протасова

*Корректор* А. П. Сизова

№ 108112587 басылым. Баспаға қол қойылды 25.02.2016. Формат 60 x 90/16.

«Балтика» гарнитурасы. Баспа офсетті. Қағз офс. № 1.

Баспа қызметі л. 13,0. Тираж 1 000 дана. Тапсырыс №

«Академия» баспа орталығы» ЖШС. [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)

129085, Мәскеу, Бейбітшілік даңғылы, 101В, 1 кұрылым.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

25.05.2015 жылғы № РОСС RU. АЕ51. Н 16679 санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды

Идел-Прессте басылды.