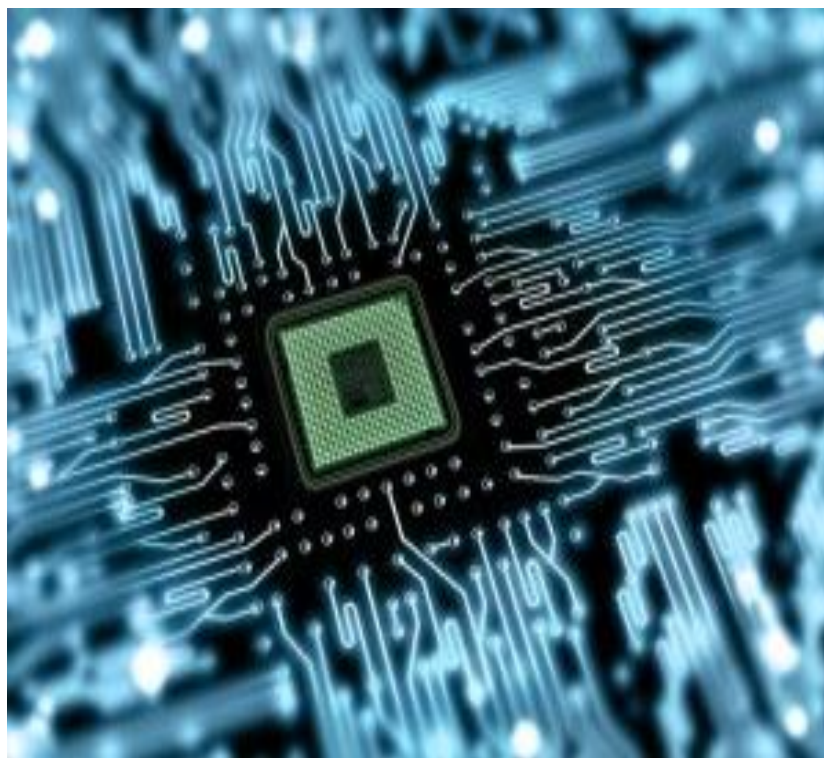


**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ**

**КМ 11 Өнеркәсіптік тұтынушылардың электр жабдығына және  
жарықтандыру желілеріне техникалық қызмет көрсету  
0902000 «Электрмен қамтамасыз ету (салалар бойынша)»**



**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

УДК 811. 167. 1

ББК 81.2. Б

Рецензент:

**Н.А. Соловьева**, кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор Костанайского государственного педагогического университета имени У. Султангазина

**Башкентаева И. З.**

**КМ 11 Өнеркәсіптік тұтынушылардың электр жабдығына және жарықтандыру желілеріне техникалық қызмет көрсету**

**/ Башкентаева Индира Зияденқызы – Костанай. – КГКП**

Костанайский политехнический высший колледж -Костанай, 2021 г-84 с.

Учебно-методический комплекс предназначен для практического обучения овладение будущими специалистами теоретическими и практическими навыками по эффективному использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в народном хозяйстве Республики Казахстан.

**УДК 811**

**ББК 81.2. Б**

Утверждено решением методического совета Костанайского политехнического колледжа № 4 от 22.03.2021 г

© **Башкентаева И. З., 2021 г**

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

## КІРІСПЕ

Қазіргі заманғы маман-электр энергетиктерді даярлау үшін өндірістік электроника ең маңызды пәні болып табылады. Бұл пән оқу барысында болашақ мамандар электрондық құрылғылар мен микропроцессорлық техника құрылысымен және жұмыс істеу принциптерімен танысып, күштік түрлендіргіш құрылғыларда қолданылатын сұлбалардың негізгі түрлерін, түзеткіштер, инверторлар және тағы да басқа электр энергиясы түрлендіргіштерінің жұмыс принциптерін және ерекшеліктерін оқып біледі.

Электрондық құрылғылар мен микропроцессорлық техника өнеркәсіп, көлік және энергетиканың көптеген салалары дамуының негізі болып табылады. Елімізде электрондық құрылғылар мен микропроцессорлық техниканы қолдану және осы салада әлемдегі жетекші мемлекеттер қатарына қосылу үшін мол мүмкіндіктер бар.

Электроника – ғылым және техниканың бір саласы болып, ол электровакуумды және жартылай өткізгішті құрылғылардағы физикалық құбылыстарды, олардың электр сипаттамалары мен параметрлерін зерттейді, сонымен қатар электровакуумды және жартылай өткізгішті құрылғыларда қолданатын жүйелер мен аспаптардың қасиеттерін үйретеді.

Қазіргі заманғы өндірістік электрониканың элементтік негізін құрайтын жартылай өткізгіштік аспаптар бойынша (диодтар, тиристорлар және күштік транзисторлар) материал күштік түрлендіргіш құрылғылардың жұмысына олардың параметрлері ықпалын ескеру қажеттілігі тұрғысынан беріледі.

Осы модульде болашақ мамандар электрондық құрылғылар мен микропроцессорлық техниканың, түзеткіштердің, инверторлардың және басқа түрлендіргіштердің құрылымын, жұмыс істеу принциптерін, физикалық процестерін, сипаттамалары мен ерекшеліктерін оқып біледі.

Бұл модульдің басты мақсаты – студенттерді электрондық құрылғыларының және микропроцессорлық техниканың, күштік түрлендіргіш құрылғыларының жұмыс істеу принциптерін түсініп, оларды сауатты қолдана білуге үйрету.

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

**Мазмұны**

<b>Кіріспе</b>	2
<b>Теориялық бөлім</b>	
<b>1-бөлім. Үзікті электронды аспаптар</b>	6
1. Тақырып Кіріспе. Жартылай өткізгіштер	6
2. Тақырып Диод және олардың түрлері.	8
3. Тақырып Күшейткіштер туралы жалпы мәліметтер.	11
4 Тақырып Күшейткіш каскадтары	15
5 Тақырып Қуат күшейткіштері	18
6 Тақырып Көпкаскадты күшейткіштер	20
7 Тақырып. Тұрақты ток күшейткіштері	23
8 Тақырып Операциялық күшейткіштер	27
9 Тақырып Генераторлы және импульсті құрылғылар	28
10 Тақырып Түзеткіштер	31
11 Тегістеу сүзгісі. Тұрақтандырғыштар	35
12 Тақырып Басқарылатын түзеткіштер	40
13 Тақырып Логикалық элементтер	43
14 Тақырып Электрондық вакуумдық аспаптар	45
15 Тақырып Иондық аспаптар	48
16 Тақырып Ақпаратты бейнелеуге арналған аспап	51
17 Тақырып Интегралдық микросұлбалар	53
<b>2 бөлім Генераторлар мен импульсты құрылғылар</b>	61
18 Тақырып Генераторларды сұрыптау. Негізгі параметрлері. Сызықтық тербеліс генераторлары.	61
19 Тақырып Импульстар қалыптастырушылар мен импульстар туралы түсінік	65
20 Тақырып Мультивибраторлар, бір реттік вибраторлар	68
<b>3 бөлім Тұрақты ток машинасының түрлері және электр жетектері</b>	77
21 Тақырып Электрлік жетектерге қойылатын жалпы талаптар.	77
22 Тақырып Электрлік жетектердің механикасының негіздері.	78
23 Тақырып Технологиялық қондырғыларды жобалау негіздері.	82
24 Тақырып Тұрақты ток машинасының түрлері және негізгі сипаттамалары	85
25 Тақырып Айнымалы ток электр машинасы, үш фазалы асинхронды қозғалтқыш	90
26 Тақырып Электрлік жетектің динамикалық режимі және оның қозғалысының теңдеуі	94
27 Тақырып Тұрақты ток қозғалтқыштарын қолданатын электрлік жетектердің механикалық сипаттамалары.	98
28 Тақырып Тұрақты ток қозғалтқыштарының механикалық және электромеханикалық сипаттамаларының теңдеулері.	100
29 Тақырып Электрлік жетектің қозғалтқышының қуатын анықтау	103
30 Тақырып Электрлік қозғалтқыштың қызуы және суыуы	105
<b>4 бөлім Жарықтандыру қондырғылары құрылғысының принциптік негіздері</b>	109
31 Тақырып Оптикалық сәулелер және сәулелену спектрлері	109
32 Тақырып Жарық шамалары және олардың өлшем бірліктері	113
33 Тақырып Жарық ағынын есептеу тәсілдері	117
34 Тақырып Жарықтандыру қондырғылары құрылғысының принциптік негіздері	119
35 Тақырып Негізгі жарық техникалық ұғымдар мен бірліктер	121
36 Тақырып Жарық күші	125
37 Тақырып Қазіргі жарық көздері	128
38 Тақырып Жарықтандыру аспаптары	134
39 Тақырып Жарық көздері. Жарықтандыру қондырғыларының құрылысы және жіктелуі,	137

**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

оларды монтаждау технологиясы.

40 Тақырып Технологиялық жабдықтардың пайдалануы	139
<b>Практикалық бөлім</b>	<b>143</b>
<b>Практикалық сабақ №1</b> Қуатты есептеу және электрлік жетектің қозғалтқышын таңдау.	143
<b>Практикалық сабақ №2</b> Электрлік жетектердің пайдалы әсер коэффициенті және қуат коэффициенті бойынша есептер шығару	145
<b>Практикалық сабақ №3</b> Жарық көздері әртүрлі нақты объектілердің жарықтандырылуының жарық күшін, жарық ағынын, жарықтылығы мен өлшемін анықтау бойынша есептер шығару	148
<b>Практикалық сабақ №4</b> Жарық беру желісінен жарықтандыруды есептеу	152
<b>Практикалық сабақ № 5</b> Дәлдік әдіспен жарықтандыруды есептеу	153
<b>Практикалық сабақ № 6</b> Пайдалану коэффициенті әдісімен жарықтандыруды есептеу.	154
<b>Практикалық сабақ №7</b> Прожекторлық жарықтандыруды есептеу	162
<b>Практикалық сабақ № 8</b>	166
Тарату құрылғыларының құралымдарын оқу	
<b>Зертханалық жұмыстар</b>	<b>170</b>
<b>Зертханалық жұмыс № 1</b>	170
Тиристордың вольтамперлік сипаттамаларын зерттеу.	
<b>Зертханалық жұмыс №2</b> $h$ параметрлерді анықтау және транзистордың вольтамперлік сипаттамаларын зерттеу	175
Зертханалық жұмыс №3 Төмен жиілікті күшейткішті (ТЖК) зерттеу жұмыстары.	180
<b>Зертханалық жұмыс № 4</b> Тұрақты ток күшейткішінің (ТТК) жұмысын зерттеу.	182
<b>Зертханалық жұмыс №5</b> Төмен жиілікті күшейткішті (ТЖК) зерттеу жұмыстары	185
<b>Зертханалық жұмыс №6</b> Аз қуатты бір фазалы түзеткіш	188
<b>Зертханалық жұмыс №7</b> Қуатты бір фазалы түзеткіш	190
<b>Зертханалық жұмыс №8</b> Транзисторлық логикалық элементтер	193
<b>Зертханалық жұмыс №9</b> Электронды осциллографпен танысу.	196
<b>Зертханалық жұмыс №10</b> Арагіс тәрізді кернеу генераторының (АКГ) жұмысын зерттеу	199
<b>Зертханалық жұмыс №11</b> Мультивибраторлардың жұмысын реттеу	203
<b>Зертханалық жұмыс № 12</b> Тұрақты және ауыспалы ток қозғалтқышының жұмыс режимдерін зерттеу	204
<b>Тексеру сынау тапсырмалары</b>	<b>208</b>
<b>Қорытынды</b>	<b>210</b>

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

## 1-бөлім. Үзікті электронды аспаптар

### 1 Тақырып Кіріспе. Жартылай өткізгіштер

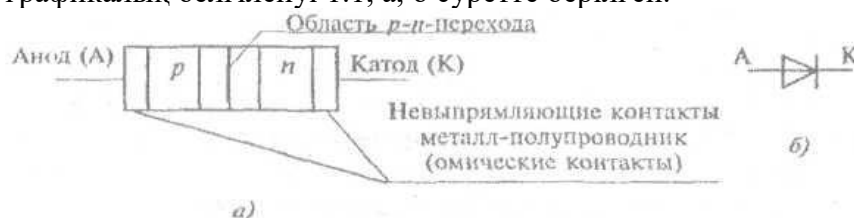
Жартылай өткізгіш материалдар (германий, кремний) өзінің меншікті электрлік кедергісі бойынша өткізгіштер және диэлектриктер арасында орын алады. Металлдарда, жартылай өткізгіштерде және диэлектриктерде өткізгіштіктің әр түрлі шамасы болуының себебі валентті электронды кристаллдық тор түйіндерінде орналасқан атомдармен байланыстан босатуға кеткен энергияның әр түрлі шамасының болуы, соған қоса жартылай өткізгіштердің өткізгіштігі қоспаның болуынан және температурадан тәуелді болады. Жартылай өткізгіштерде қозғалмалы заряд тасушылардың екі типі бар: теріс электрондар және оң кемтіктер.

Егер валентті электрон ковалентті байланысты бұзып, бос болып қалды, онда ол болған орнында абсолютті шамасы бойынша электрон зарядына тең оң заряд көбірек болады. Валентті байланыстарда пайда болатын бос орындарды **кемтіктер** дейді. Бос электронның және кемтіктің пайда болу процесі **генерация** деп аталады. Бос электрон кемтікке келіп, қайтадан валентті болуы мүмкін. Бос электронның және кемтіктің жойылуына әкелетін процессті **рекомбинация** дейді.

Егер кремнийдің 4-валентті кристаллдық торға элементтің (Р фосфордың, Sb сурьманың, As мышьяқтың) 5-валентті қоспасын еңгізсе, онда әр қоспалы атомның төрт валентті электроны кремнийдің төрт көрші атомдармен ковалентті байланыстардың құруына қатысады, ал бесінші валентті электрон артық болып қалады. Ол атоммен әлсіз байланысқан және оңай босқа айналады. Сонда қоспа атомы оң қозғалмайтын ионға айналады. Бос электрондар концентрациясының артуы рекомбинацияның болу мүмкіндігін артады, сондықтан кемтіктер концентрациясы азаяды. Қалыпты температурада қоспаның бүкіл атомдары оң қозғалмайтын иондарға айналады, ал бос электрондар саны кемтіктер санынан көп артық болады. Осындай жартылай өткізгіштерде негізгі заряд тасушылары электрондар болып табылады, сондықтан осындай жартылай өткізгіш **п-типті (электронды типті) жартылай өткізгіш деп аталады**. Ондағы негізгі емес заряд тасушылары кемтіктер болып табылады. Электрондарды беретін атомдары бар қоспалар **донорлар деп аталады**. 3-валентті элементтің (бордың В, индийдің In, алюминийдің Al) қоспасын еңгізгенде қоспаның әр атомның үш валентті электрондары тек қана үш ковалентті байланыстардың құрылуына қатысады, ал төртінші байланыс үшін қоспа атомы кремний атомдары арасындағы басқа байланыстан электронды кемтік құрылуымен алады. Қоспа атомы теріс қозғалмайтын ионға айналады. Осылай 3-валентті қоспа кемтіктер концентрациясын артырады, ал электрондар концентрациясын азайтады. Осындай жартылай өткізгіштерде негізгі заряд тасушылары кемтіктер болып табылады, сондықтан жартылай өткізгіш **р-типті (кемтік типті) жартылай өткізгіш деп аталады**. Негізгі емес заряд тасушылары электрондар болып табылады. Электрондарды алатын қоспаларды **акцепторлар деп аталады**.

Жартылай өткізгіш диод дегеніміз екі шықпасы бар бір түзеткіш электрлік өтуі бар электр түрлендіргіш жартылай өткізгіш аспап.

Электронды-кемтікті өтуі бар жартылай өткізгіш диодтың құрылымы және оның шартты графикалық белгіленуі 1.1, а, б суретте берілген.



1.1 суреті – жартылай өткізгіш диодтың құрылымы.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

р және л әріптерімен сәйкесінше р-типті и п-типті өткізгіш қабаттары бар жартылай өткізгіштің қабаттары белгіленген.

Әдетте негізгі заряд ( $p$  қабатындағы кемтіктер және  $n$  қабатындағы электрондар) тасушылар концентрациясы өте күшті ерекшеленеді. Жартылай өткізгіштің үлкен концентрациясы бар қабат *эмиттер*, ал аз концентрациясы бар қабат *база* деп аталады.

р-п өтудің құрылымы

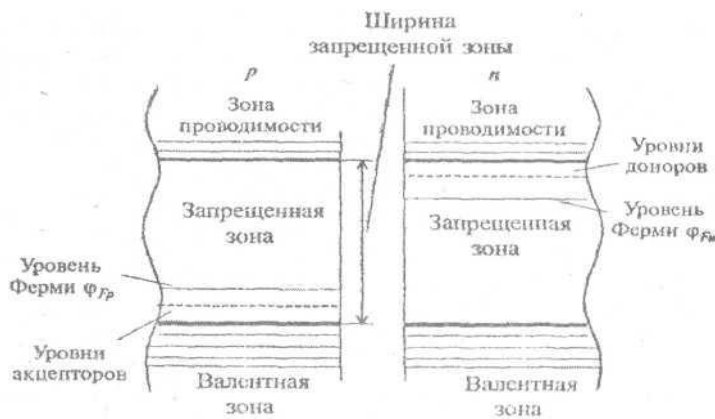
Әуелі жартылай өткізгіштің бір бірінен окшауланған қабаттарын қарастырамыз (1.2 суреті).

Термогенерация нәтижесінде пайда болған электрон-кемтік жұптары

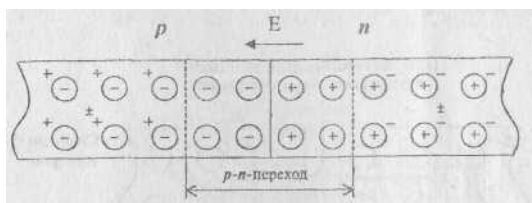


1.2 суреті – Жартылай өткізгіштің бір бірінен окшауланған қабаттары.

Сәйкес келетін аймақтық диаграммаларын суреттеп береміз (1.3 суреті).



1.3 суреті – Окшауланған қабаттардың даграммасы.



1.4 суреті – Жартылай өткізгіштің түйіспелі қабаттар.

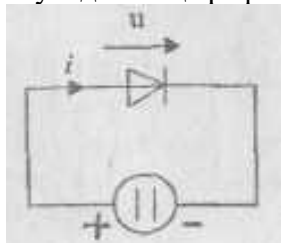
## Бакылау сұрақтары

1. Жартылай өткізгіш дегеніміз не?
2. Кемтіктер дегеніміз не?
3. Генерация дегеніміз не?
4. Электрондарды алатын қоспаларды қалай атайды?

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

## 2 Тақырып Диод және олардың түрлері.

Тұрақты токтағы жартылай өткізгіш диодтың вольт-амперлі сипаттамасы (BAC) (статикалық сипаттамасы). Вольт-амперлі сипаттамасы – бұл диод арқылы өтетін  $i$  токтың диодқа салынған кернеуден тәуелділігі (2.1 суреті). Вольт-амперлік  $j$  сипаттама деп осы тәуелділіктің графигін де атайды.



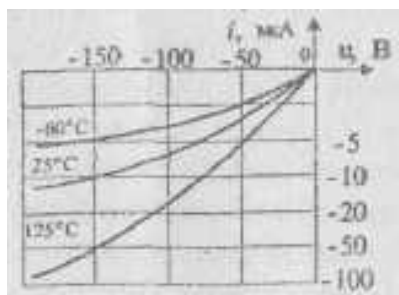
Әуелі 2.1 суреті бойынша кері кернеу ( $u < 0$ ) деп алайық, онда

$$i = i_s \cdot (e^{\frac{u}{\phi_T}} - 1),$$

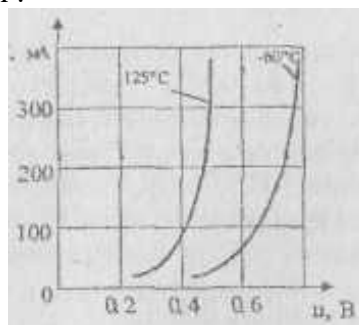
Жылулық ток  $i_s$  р-п өту аймағына жақын орналасқан аймақтарда негәзгә емес тасушылардың генерациясымен түсіндіріледі. Бірақ жиі осы идеалды сипатталуы қателікті береді. Әсіресе кері бағытта қосылған  $\{u < 0, KO\}$  диод тоғын есептеген кезде үлкен қателік пайда болады. Кремний диодтары үшін қарастырып отырған өрнегі бойынша есептелген ток шынынан бірнеше есе кем болады. Осының негізгі себептері:

- нақты р-п өту аймақта тасушылардың термогенерациясы;
- беттік жылыстау.

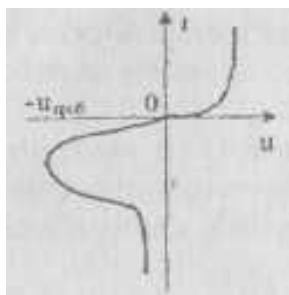
р-п өту аймақтағы термогенерация токқа әсер етеді, өйткені өту аймағы қозғалмалы заряд тасушыларына кедей және рекомбинация процессі (генерация процессіне кері және нақты мағынада оны тепе-тең етеді) баяуланған .



2.2 суреті



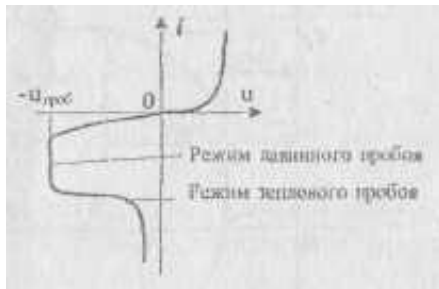
2.3 суреті



2.4 суреті

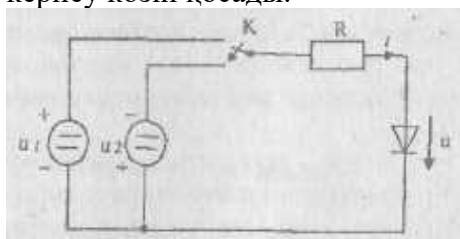


# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ



2.5 суреті

Диодты қайта қосу кезіндегі ток және кернеудің уақыттық диаграммалары. 2.6 суреттегі сұлбаға көз салайық. Әуелі К кілті  $u_1$  кернеу көзін, содан кейін  $I = \pi$  уақыт мезетінде  $u_2$  кернеу көзін қосады.



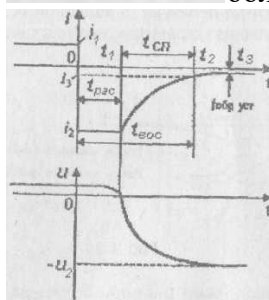
2.6 суреті

Соған қоса және кернеулері диодтағы тура кернеу түсуден көп есе үлкен. Сәйкес уақыттық диаграммаларын салайық (2.7 суреті).

$t = 0$  уақыт мезетіне дейін  $i_1$  тогы өтеді,  $u_1 \gg u_2$  шартын ескере отырып ол осы өрнекпен анықталады

$$i_1 = \frac{u_1}{R}$$

болғанда,



2.7 суреті

К кілттің қайта қосылуынан кейін және  $t_{рас}$  таралу уақытында тек қана R кедергісімен шектелетін  $i_2$  тогы өтеді, яғни

$$i_2 = -\frac{u_2}{R}$$

Осы уақыт аралығында диод базасында  $I_c$  тогы өткенде жиналған тең емес тасушылардың заряды кемиді. Рекомбинация және негізгі емес тасушылардың эмиттерге өтудің нәтижесінде заряд кемиді.

$t_{рас}$  уақыт аяқталуымен базадағы p-л өту шекарасында негізгі емес тасушылардың концентрациясы тең салмақтығы тең болып қалады. Базаның ішінде тең емес заряд әлі бар. таралу уақытының ұзақтығы базадағы негізгі емес тасушылардың орташа өмір сүру уақытына тура пропорционал және  $I$  мен  $I_T$  токтарының қатынасынан тәуелді ( модуль бойынша  $i_2$  тогы көбірек болса,  $I$  берілген ток кезінде таралу уақыты аз болады).

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Диодтардың параметрлері. Диодтарды сандық сипаттау үшін көптеген түрлі параметрлерін пайдаланады. Кейбір параметрлер әр түрлі класс ішілік диодтарды сипаттайды. Басқалары ше тек нақты класс ішілік диодтардың ерекше қасиеттерін сипаттайды.

Түрлі класс ішілік диодтарға қолданатын кең пайдаланатын параметрлерді көрсетеміз:

$I$  – максималды жіберілетін тұрақты ток;

$U$  – берілген токқа сәйкес келетін тұрақты тура кернеу;

$U_r$  , - диодтың максималды жіберілетін кері кернеу (оң шама);

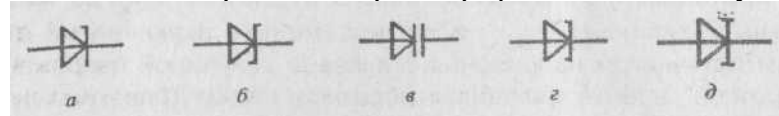
$I_r$  , - диодтың максималды жіберілетін тұрақты кері тогы (оң шама; егер нақты ток  $I_{кері макс}$  тогынан үлкен болса, онда диод қолдануға жарамсыз болады);

$r$  – диодтың дифференциалды кедергісі (берілген жұмыс режимі кезінде).

Қазіргі кезде ток пен кернеудің өте кең диапазонында жұмыс істеуге арналған диодтар бар.

Өте күшті диодтар үшін  $I$  килоамперлерді, ал  $U$  - киловольттарды құрайды.

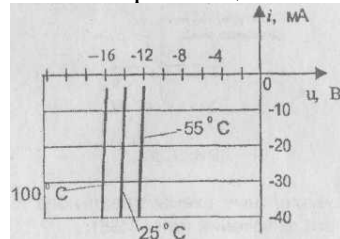
**Стабилитрон** – бұл электрлік тесу режимінде жұмыс істеуге құрылған жартылай өткізгіш диод. Стабилитронның шартты графикалық белгіленуі 1.39,а суретте көрсетілген.



1.39 суреті

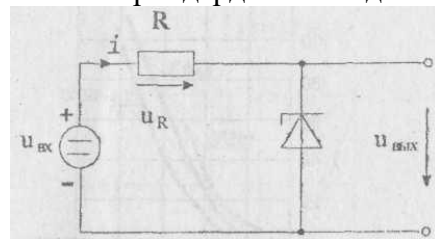
Көрсетілген режимде стабилитрон тогының өзгеруі кезінде кернеу аса өзгермейді.

Стабилитрон кернеуді тұрақты етеді деп айтады. Мысал үшін Д814Д кремнийлі стабилитронның вольт-амперлік сипаттамаларын өрнектейік (1.40 суреті).



1.40 суреті

Стабилитрондарда базаның меншікті кедергіге байланысты туннельді де, көшкінді де, аралас та тесу болуы мүмкін. Төмен омды базасы (төмен вольтты, 5,7 В-қа дейін) бар стабилитрондарда туннельді тесу болады, ал жоғары омды базасы бар (жоғары вольтты) стабилитрондарда көшкінді тесу болады.



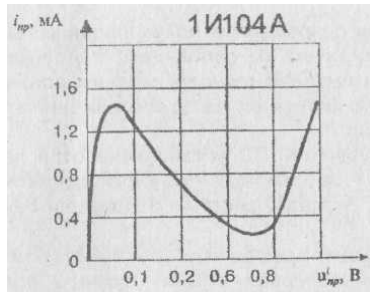
**Варикап.** Бұл сыйымдылығы кернеумен басқарылатын конденсатор ретінде жұмыс істеуге арналған жартылай өткізгіш диод. Варикаптың шартты графикалық белгіленуі 1.39 суретте көрсетілген.

Варикапқа кері кернеуді береді. Кері кернеу (модуль бойынша) үлкейген сайын варикаптың кедергілік сыйымдылығы кемиді. Варикаптағы сыйымдылықтың өзгеру сипаттамасы кәдімгі диодтағыдай.

**Туннельдік диод.** Бұл тура бағытта қосу кезіндегі туннельдік тесу құбылысы пайдаланатын жартылай өткізгіш диод. Туннельдік диодтың сипаттамалық ерекшелігі болып вольт-амперлік сипаттаманың тура турауда теріс дифференциалды кедергісі бар

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

телімнің болуы. Туннельдік диодтың шартты графикалық белгіленуі рис. 1.39,г суретте көрсетілген.



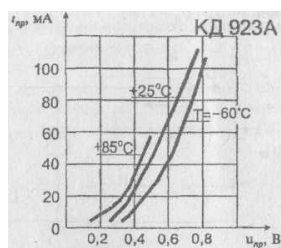
1.43 суреті

**“Обращенный” диод.** Бұл туннельдік диодтағы физикалық құбылыстарға ұқсас физикалық құбылыстары болатын жартылай өткізгіш диод. Сондықтан жиі “Обращенный” диодты туннельдік диодтың нұсқауы ретінде қарастырады. “Обращенный” диодтың вольт-амперлік сипаттамада теріс дифференциалды кедергісі бар телім жоқ немесе өте әлсіз білдірілген. “Обращенный” диодтың вольт-амперлік сипаттаманың кері тарауы (кернеудің өте аз түсуімен ерекшеленетін) кәдімгі диодтың тура тарауы ретінде, ал тура тарау кері тарау ретінде пайдаланады. Осыдан да атауы - обращенный диод.

**Стабистор.** Бұл жартылай өткізгіш диод, ондағы кернеу тура қосқан кезінде ( 0,7 В шамасында) токтан шамалы тәуелді болады (сәйкес телімде тура тарау тігінен орналасқан). Стабистор кішкентай кернеулерді тұрақтауға арналған.

**Шоттканың диоды .** Шоттканың диодында р-л өтуі емес, металл жартылай өткізгіштің түзеткіш түйіспесі пайдаланады. Шоттканың диодының шартты графикалық белгіленуі 1.39,6 суретте көрсетілген.

Шоттканың диоды жұмысы кезінде негізгі емес тасушылардың инжекциясы және сәйкес келетін жиналу мен таралу құбылыстары болмайды, сондықтан Шоттканың диодтары – өте тез әрекет ететін құрылғылар, олар ондаған гигагерц жиіліктерде жұмыс істей алады. Шоттканың диодында кішкентай кері ток және кішкентай тура кернеу (кішкентай тура токтары кезінде) - 0,5 В шамасында болуы мүмкін Ол кремний құрылғылырдан кем болады. Максималды жіберілетін тура ток ондаған және жүздеген амперлерді, ал максималды жіберілетін кернеу – жүздеген вольтты құрайды.



1.42 суреті

## Бақылау сұрақтары

1. Диод түрлері?
2. Вольт – амперлік графигін көрсет
3. Диод дегеніміз не?

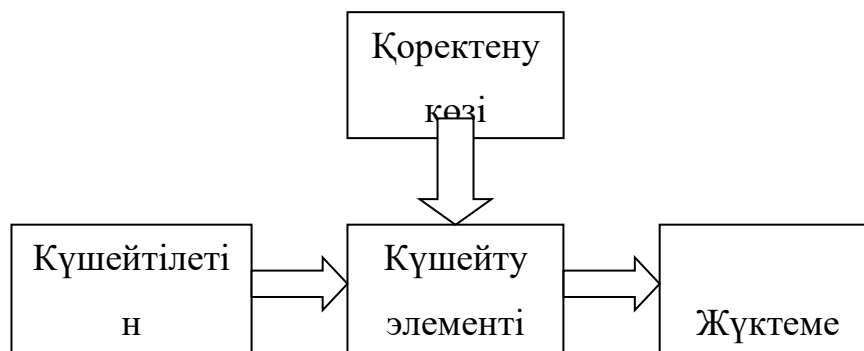
## 3 Тақырып. Күшейткіштер туралы жалпы мәліметтер

1. Күшейткіш – бұл қоректену көзінен жүктемеге баратын энергия ағымын басқаратын электрондық құрылғы (төртұшты).

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

2. Басқару үшін керек қуаты жүктемеге берілетін қуатынан көп есе аз болады, ал кірмелік (күшейтетін) және шықпалық (жүктемеге) сигналдардың нысандары сәйкес келеді (10.1 суреті).

10.1 суреті. Күшейткіштің қосылу сұлбасы



Күшейткіштер үлкен қашықтыққа информационды сигналдарды тасымалдау кезінде шығындарды өтеу үшін, тіркеу құрылғылардың жұмысын қамтамасыз ету үшін, адамның информацияны қабылдауына қалыпты жағдайларды құру үшін және т.б. үшін пайдаланылады. Мысалы, мультимедиа-компьютердің қатты сөйлеушілердің жұмысын қамтамасыз ету үшін күшейткіш қажет, өйткені дыбыс көздерден келетін дыбыстық сигналдарда жеткіліксіз қуаты болады.

3. Күшейткіштердің негізгі параметрлері мен сипаттамалары.

Күшейткіштің негізгі сандық параметрі күшейту коэффициенті болып табылады. Күшейткіштің функционалдық арналуына байланысты кернеу бойынша  $K_u$ , ток бойынша  $K_i$  немесе қуат бойынша  $K_p$  күшейту коэффициенттерін айырады:

$$K_u = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}}, \quad K_i = \frac{I_{\text{вых}}}{I_{\text{вх}}}, \quad K_p = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}},$$

Мұндағы  $U_{\text{вх}}$ ,  $I_{\text{вх}}$  – күшейткіштің кірмесінде кернеудің және токтың амплитудалық мәндері;

$U_{\text{вых}}$ ,  $I_{\text{вых}}$  – шықпасында айнымалы құрайшылардың сәйкесінше кернеудің және токтың амплитудалық мәндері;

$R_{\text{вх}}$ ,  $R_{\text{вых}}$  – сәйкесінше кірмесінде және шықпасында қуаттары.

Күшейту коэффициенттерін жиі логарифмалық бірлікте – децибелмен өрнектейді:

$$K_u(\text{дБ}) = 20 \lg K_u; \quad K_i(\text{дБ}) = 20 \lg K_i; \quad K_p(\text{дБ}) = 10 \lg K_p.$$

Күшейту коэффициентінен басқа маңызды сандық көрсеткіш пайдалы әсер коэффициенті болып табылады:

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}},$$

мұндағы  $P_{\text{ист}}$  – қоректену көзінен тұтынылатын қуаты.

Әсіресе күшейткіштің күшті шықпалық каскадтар үшін осы көрсеткіштің рөлі өседі.

Күшейткіштің сандық көрсеткіштерге күшейткіштің  $R_{\text{вх}}$  кірмелік және  $R_{\text{вых}}$  шықпалық кедергілері жатады:

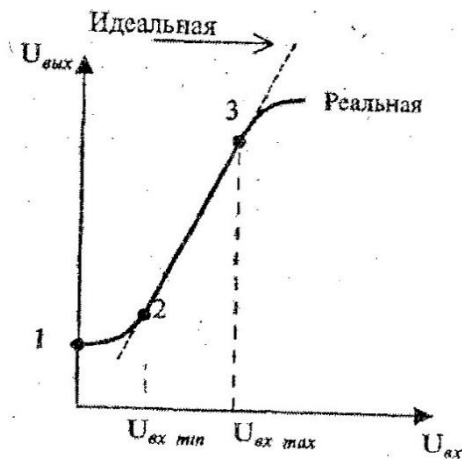
**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

$$R_{ex} = \frac{U_{ex}}{I_{ex}}; \quad R_{вых} = \frac{|\Delta U_{вых}|}{|\Delta I_{вых}|};$$

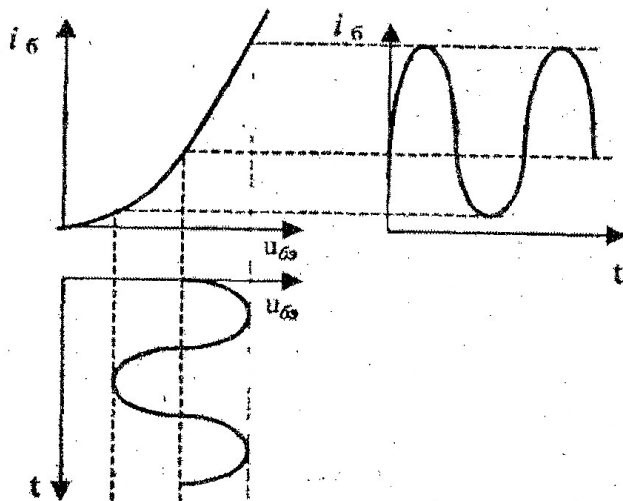
мұндағы  $\Delta U_{вых}$  и  $\Delta I_{вых}$  - күшейткіштің шықпасында кернеудің және токтың амплитудалық мәндердің өсімшелері.

Енді күшейткіштердің негізгі сипаттамаларын қарастырамыз.

Күшейткіштің амплитудалық сипаттамасы – бұл шықпалық кернеудің (токтың) амплитудасының кірмелік кернеудің (токтың) амплитудасынан тәуелділігі (10.2 суреті).



10.2 суреті- Күшейткіштің амплитудалық сипаттамасы



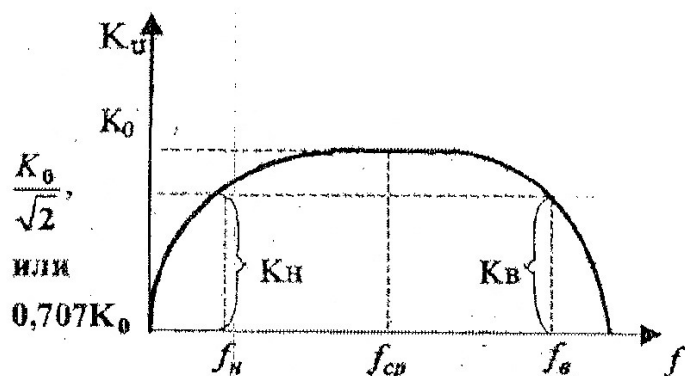
10.3 суреті – Сызықты емес ақаулылықтардың пайда болуы

Күшейткіштің амплитудалы-жиіліктік сипаттамасы (АЖС) – бұл күшейту коэффициент модулінің жиіліктен тәуелділігі.

Типтік АЖС 10.4 суретте келтірілген.  $f_n$  және  $f_с$  жиіліктері төменгі және жоғарғы шекаралық жиіліктері, ал олардың айырымы ( $f_n - f_с$ ) күшейткіштің өткізу жолағы деп аталады.

**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

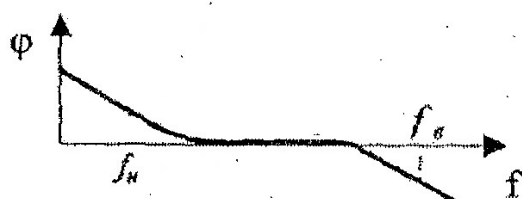
---



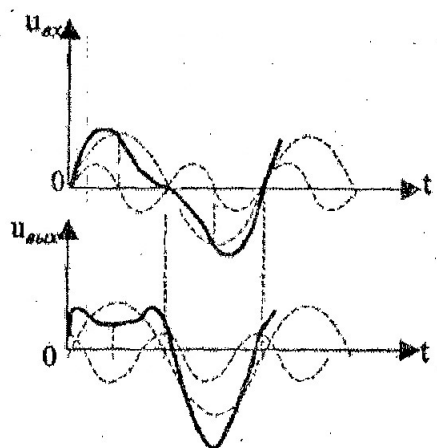
10.4 суреті. Күшейткіштің АЖС

Күшейткіштің фазалы-жиіліктік сипаттамасы (ФЖС) – бұл кірмелік және шықпалық кернеулер арасындағы фаза ығысудың бұрышының жиіліктен тәуелділігі.

Типтік ФЖС 10.6 суретте келтірілген. Сонымен қатар ол логарифмдік масштабта құрылуы мүмкін. Орташа жиіліктер аймақта қосымша фаздық бұрмалауы минималды. ФЖС күшейткіштерде жиіліктік пайда болу себепіндей фаздық бұрмалауларды бағалауға мүмкіндік береді.

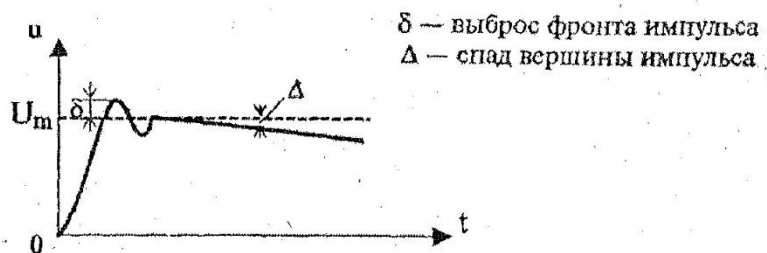


10.6 суреті. Күшейткіштің ФЖС



10.7 суреті- фазалық ақаулықтардың пайда болуы

Күшейткіштің өтпелі сипаттамасы – бұл шықпалық сигналдың (токтың, кернеудің) скачкообразном кірмелік әрекеті кезіндегі уақыттан тәуелділігі (10.8 суреті).



10.8 суреті. Күшейткіштің өтпелі сипаттамасы

Күшейткіштің жиіліктік, фаздық және өтпелі сипаттамалары бір бірімен байланыста болады. Жоғары жиіліктер аймағына кіші мәндер аймағындағы өтпелі сипаттамасы, төмен жиіліктер аймағына үлкен мәндер аймағындағы өтпелі сипаттамасы сәйкес келеді.

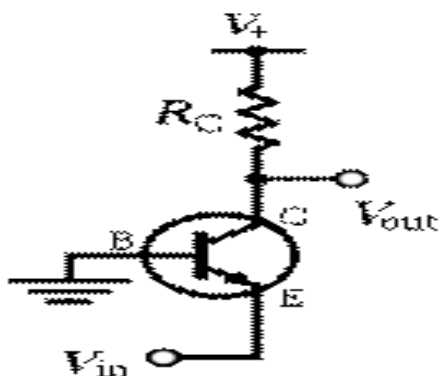
### Бақылау сұрақтары

1. Күшейткіштің қосылу сұлбасы
2. Күшейткіш дегеніміз не?
3. Күшейту коэффициент табу үшін қолданылатын формула?

### 4 Тақырып. Күшейткіш каскадтары

#### 1. Жалпы негізбен күшейткіш каскадтар

Жалпы базасы - биполярлық транзисторлар негізінде электрондық күшейткіштер салу үшін типтік схемаларын бірі. Ол ағымдағы пайданың жоғары пайда және электр пайда үшін қалыпты кернеу болмаған сипатталады. Кіріс сигналы эмитент қолданылады және шығыс қоймасынан жойылады. Бұл жағдайда кіріс кедергісі өте аз, және шығыс болып табылады. Кіріс және шығыс фазалары.



9.1 – сурет - pnp-транзистор негізіндегі жалпы негізбен күшейткіш каскад

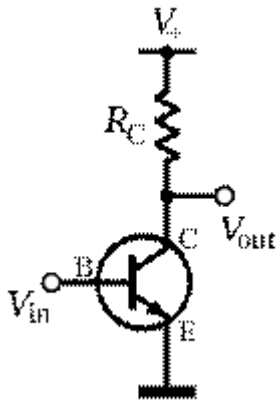
Ортақ базасымен тұйықталу ерекшелігі транзисторлық элементтерін жобалау арқылы кірісіне шығу кері байланыс «паразиттік» күшейткіштер үш моделі схемаларын арасында ең төменгі болып табылады. Сондықтан, жалпы базалық тізбек ең жиі, әсіресе, транзисторлар жұмыс жиілік диапазонында жоғарғы шекара маңында жоғары жиілікті күшейткіштің, салу үшін қолданылады.

#### 2. Жалпы эмиттермен күшейткіш каскадтар

Кезде ортақ эмиттер бар биполярлық транзисторлар жалғанған тізбектерді кіріс сигналы базасына береді, және шығыс сигнал коллектор алынады. Қашан шығыс сигналының

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

(кіріс фаза гармоникалық сигнал шығыс  $180^\circ$  ерекшеленеді үшін) кірісіне қатысты өзгереді. Каскад ағымдағы және кернеу екеуі жақсартады. Бұл қосқыш транзисторлық ең қуатын күшейту, сондықтан ең көп таралған алуға мүмкіндік береді. Ортақ базасын немесе ортақ Коллектор схемаларды қарағанда Алайда, мұндай схема сызықты бұрмалау сигнал үлкен. Сонымен қатар, осы схема, күшейткіш сипаттамалары қосу қатты осындай жабдықтау кернеу немесе бөлме температурасына сияқты сыртқы факторлардың әсер етеді. Әдетте, осы факторлардың орнын толтыру үшін теріс кері байланыс қолданылады, бірақ ол пайданы азайтады.



9.2 – сурет - npn- транзистор негізіндегі жалпы эмиттермен схема бойынша күшейткіш каскад

Биполярлық транзисторлар ток басқарылады. Базалық ағымдағы - ортақ эмитентпен тізбегіндегі. Базалық эмитент кернеу, осылайша іс жүзінде тұрақты болып қалады және жартылай өткізгіш материал байланысты, шамамен 0,2 шамамен 0,7 кремний үшін германий, бірақ сахнада ол бақылау кернеу тамақтандырды. каскадының базалық ағымдағы, жинаушы және эмиттер, және басқа да ток және кернеу Ом заңы және көпконтурлы тармақталған тізбегі үшін Кирхгоф ережелері пайдаланып есептеуге болады.

### 3. Далалық транзисторлардағы күшейткіш каскадтар

Күту режимінде далалық транзистор жұмыс режимі тұрақты ток ағынын  $I_{sp}$  және тиісті су төгетін-көзі кернеуін  $U_{сп}$  қамтамасыз етеді. Бұл режим далалық транзистор  $U_{зип}$  қақпасына бойынша кернеу ығысуы қамтамасыз етеді. Бұл кернеу Резистор  $R$  және ағымдағы  $I_{сп}$  ( $U_{Rи} = I_{сп} R_{и}$ ) өту арқылы қалыптасады және резистор  $R_3$  арқылы гальваникалық байланысты салдарынан қақпа қолданылады. Резистор  $R$  және қақпасы тартылысы кернеуін қамтамасыз ету, сондай-ақ қосымша  $I_{сп}$  тұрақтандырушы ТТ күшейткіш жұмыс режимін температурасы тұрақтандыру үшін қолданылады. Шығыс каскадтар – бұл қуаттылық күшейткіші. Олар максималды мүмкіндікті ПӘК және минималды жолақсыз бұрмаланулардың жүктемесінде максималды қуаттылық алуға қызмет етеді.

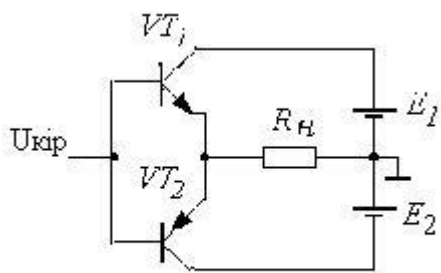
Микроэлектроникада  $A$  класы ПӘК-тің төмендігінен сирек қолданылады. Ең жиі қолданылатыны  $B$  және  $AB$  класты екі тактілік күшейткіштер.

#### 1.2.1 Қарапайым екі тактілік схема.

$B$  класстық күшейткіштің қарапайым екі тактілік схемасын комплиментарлық транзисторларда қарастырайық (1.5 суретті кара).



**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

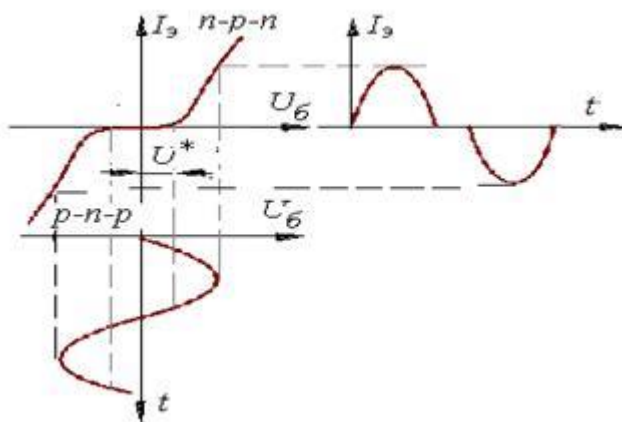


1.5 сурет

$VT_1 - n-p-n$ ,  $VT_2 - p-n-p$  – типті транзистор.  
 $R_n$  жүктемесі эмиттерлі тізбекке жалғанған, яғни транзистор схема бойынша ортақ коллекторға қосылған, сондықтан, бұл эмиттерлік қайталағыш ток күшейтудің үлкен коэффициентінің шартынан, қуаттылық жағынан үлкен күшейту береді.

Тыныштық кезінде екі транзистор да жабық күйде, себебі  $U_{об} = 0$  (класс В).

Кірісіне ауыспалы кернеудің дұрыс доғасын жібергенде  $VT_1$  – ашылады, ал  $VT_2$  – жабылады. Ток  $+E_1 - KЭ_1 - R_n - E_1$ -дан ағындайды.



1.6 сурет

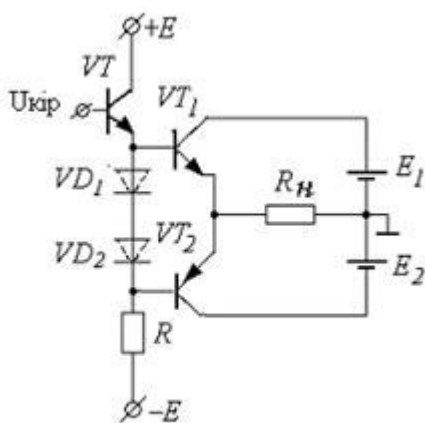
Кірісіне ауыспалы кернеудің кері доғасын жібергенде  $VT_1$  – жабылады,  $VT_2$  – ашылады. Ток  $+E_2 - R_n - ЭК_2 - E_2$ -ден ағындайды. Осылайша, схема екі тактілі жұмыс жасайды: бірінші тактіде  $VT_1$  ашық,

екіншіде -  $VT_2$ , яғни күшейткіштің шығысында екі полярлы сигнал орын алады.

Қуаттылықта күшейту коэффициенті  $K_p = I_3 / I_6 = \beta + 1$ .

Схеманың кемшілігі, ол жолақсыз бұрмаланудың жоғары коэффициенті. Ал 1.6 суретте

бірлескен таралатын  $I_3 = f(U_6)$  сипаттама келтірілген. Шығысында дұрыс және теріс доғаның ұзақтығы сигналдың жартыпериодынан да аз (синусоиданың бөлігі күшеймейді). Шығыс  $I_3$  тоғында импульстік характер бар, яғни өз спектрінде көптеген гармоникалары бар. Ол кішкене  $U_{шығ}$ -да,  $U^*$  ерекше маңызды.

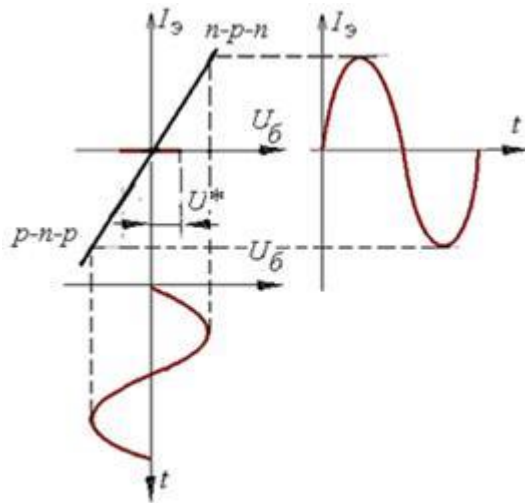


1.7 сурет

### 1.2.2 Екітактілі қуаттылық күшейткіш.

Кернеудің деңгейінің жылжыту схемасынан жолақсыз бұрмалануларды болдыртпау үшін, транзисторлар қорына бөлек ығысулар кіреді (1.7 суретті қара).  $VD_1$  және  $VD_2$  диодтарында  $U^*$  кернеудің құлауы пайда болады, ол  $VT_1$  координата басынан транзистордың жұмыс нүктесін солға және  $VT_2$  – оңға бұрады (1.8 суретке қара).

Тасымалдау сипаттамасы түзу жолақты білдіреді. Осыдан келіп, жолақсыз бұрмаланулар азаяды. Бұл диодтар әр кезде ашық, себебі  $E_1 + E_2$  қорек көзінің сомалық кернеуі кіріс сигналынан әрқашан көбірек.

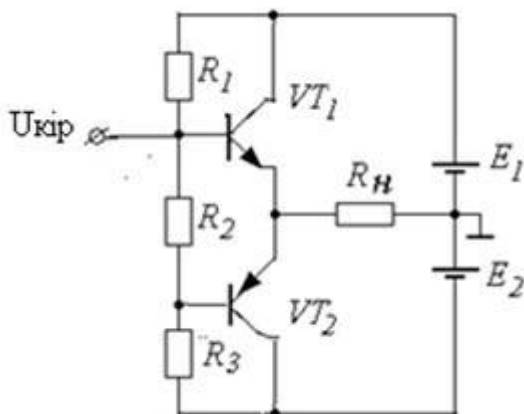


1.8 сурет

Базалық тізбекте трансформаторсыздық күшейткіштің қуаттылығын кернеуді бөлгішімен түрлерін қарастырайық (1.9 суретті қара). Мұндай схема басқаша қосымша симметриясы бар схема деп аталады. Мұнда  $R_1, R_2, R_3$  –  $AB$  класында ығысуды тудыру үшін кернеуді бөлгіш.

$R_1 = R_3 \gg R_2$  шарты орындалуы керек.

Ортаңғы  $R_2$  нүктесі нөлдік потенциалға ие екені айқын. Екі транзистордың базасы ауыспалы токпен жерленген деп есептеп, кіріс кернеуін базалардың біреуіне жіберу керек. Сигнал бір фазадан екі транзисторға берілетіндіктен, олар кезекпен жұмыс жасайды. Әдетте  $R_2$  орнына диодтар қояды. Әр диодта  $U^* = 0,7 \text{ В}$  құлайды, ол  $AB$  класты тәртіпті қамтамасыз ететін ығысуды тудырады.



1.9 сурет - Ортақ коллектормен транзисторларды қосу схемасы

### Бақылау сұрақтары

1. Жалпы негізбен күшейткіш каскадтар
2. Жалпы эмиттермен күшейткіш каскадтар
3. Далалық транзисторлардағы күшейткіш каскадтар

### 5 Тақырып. Қуат күшейткіштері

Қандай да болмасын күшейткіш қуат күшейткіші болып табылады. Сондықтан да, қуат күшейткіші дегеніміз жүктемеге нақты немесе максимальды мүмкін қуатты беретін қуатты күшейткіштер, кейде шығу күшейткіштері деп те аталады. Бұл күшейткіштер үлкен ПӘК

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

пен жиілік және сызықтық емес бұрмалаулардың шектелген деңгейлерінде жұмыс жасауға тиіс. Сөйтіп, қуатты шығу қакадтары үлкен сигнал режимінде істейтіндіктен, олардың ең маңызды көрсеткіштері болып мыналар аталады: жүктемеге берілетін қуат (немесе қуат бойынша күшейту коэффициенті), ПӘК, сонымен қатар күшейтілетін сигналдың сызықтық емес бұрмалаулардың деңгейі. Күшейткіштің ПӘК-ті мен сызықтық емес бұрмалауларының деңгейі жұмыс нүктесінің бастыпқы орнына өте қатты байланысты болады. Сызықтық емес бұрмалаудың мүмкін ең төменгі деңгейі А классы режимінде қамтамасыз етілуі мүмкін, ал максималді мүмкін ПӘК В және С классы режимінде болады.

Қуатты күшейткіштерді біртақтылымен қатар екітақтылы орындалуында жобалап жасайды. Біртақтылы каскадтар әдетте А классы режимінде жұмыс істейді, ал екітақтылы В және С режимінде.

Біртақтылы А классы режиміндегі қуат күшейткіші

Каскадтың принципіальды электрлік схемасында транзистордың коллекторы шығыс трансформатордың біріншілік орамасы арқылы бірден ток көзіне қосылады. Сондықтан, кіріс сигнал жоқ болғанда статистикалық жүктемелік түзу тіптен тіке жүреді, себебі трансформатор орамасының тұрақты токқа кедергісі тіптен аз, ал Ек –ның мәнін, тогы жүргенде - резисторына түсетін кернеуден әлдейқайда үлкен қылып алады.

Әдетте,

Кіріс сигналы берілген кезде, транзистордың коллектор тізбегіндегі кедергісі, трансформатордың біріншілік орамасына келтірілген күшейткіштің жүктемесінің кедергісімен анықталады.

Қуат күшейткішінің В классы режиміндегі екі тактылы каскады.

Қуат күшейткіштерінің бір тактылы каскадтарының біраз айтарлықтай кемшіліктері бар, бұлар:

каскадтың кішкене пайдалы әсер коэффициенті;

күшейткіш аспап пен шығыс трансформатордың магнит өткізгішін магниттейтін, тұрақты токтар тудыратын салыстырмалы үлкен сызықтық емес бұрмалаулары;

салыстырмалы үлен жиіліктік бұрмалаулары.

Сондықтан, көбіне В классы режиміндегі қуатты, әрі экономды екі тактылы күшейткіш каскадтар қолданылады.

Орталық жүктеме жұмыс істейтін, схеманың екі бірдей симметриялы иығын құрайтын екі элементом (транзистордан) тұратын каскадтарды екі тактылы деп атайды.

Трансформаторлық кірісі мен шығысы бар В классында жұмыс істейтін екі тактылы қуат күшейткішінде қандай да болмасын уақыт моментінде екі транзистордың тек қана біреуі ашық болады. Егерде, кіру жағында генератордан сигнал берілмесе, онда екі транзистор Т1 және Т2 екеуі де жабық, себебі олардың эмиттерлері – базалық өткелдерінде потенциалдар айырымы жоқ, өйткені эмиттерлерге бірден, ал базаларға Тр1 трансформаторының екіншілік орамасының жартысы арқылы қоректену көзі Ек-дан +Uк кернеуі беріліп тұр.

Екі тактылы трансформаторлы В классындағы күшейткіштердің ерекшеліктері:

Токтар айырмасында тұрақты құрамалар жоқ болғандықтан шығыс трансформатор салмағы жағынан жеңіл, аумағы жағынан кіші;

Токтар айырмасында жұп гармоникалық жоқ, сондықтан жиіліктік бұрмалау коэффициенті тек үшінші гармоникамен бағаланады;

Схема симметриялы болғандықтан әртүрлі фондар, әсіретпелер, бөгеулер әлдеқайда аз болады.

Ал кемшіліктеріне:

Трансформатор иықтарын өте қатаң симметриялау керек;

Ортақ нүктеден шығу сымдары бар екі трансформатор қажеттігі.

**Бақылау сұрақтары**

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

1. Қуат күшейткіш дегеніміз не?
2. Қуат күшейткіш класстарын ата

## 6 Тақырып. Көпкаскадты күшейткіштер

Жалпы мәліметтер мен анықтамалар. Ғылым мен техниканың көпетеген салаларында, әсіресе басқару жүйелерінде қайсыбір электр сигналдарын күшейту қажеттігі туындайды, ол сигналдар уақыт өтуімен айнымалы немесе тұрақты болуы мүмкін. Осы мақсатта қолданылатын қондырғылар күшейткіштер деп аталады.

Бірінші реттік сигналдардың (күшейтілетін кіріс сигналдарын) көзі датчик деп аталады, олардың негізгі функциясы (қызметі) физикалық тегі әртүрлі өлшенетін параметрлерді электр сигналдарына айналдыру. Датчиктердің физикалық принциптері мен құрылымдары әр алуан, мысалы, индукциялық, индуктивтік, резистивтік, сымдылық, пьезоэлектрлік, магнитострикциялық, фотоэлектрлік және т.б. [1].

Күшейткіштерді классификациялау көрсеткіштері де әртүрлі. Күшейтілетін сигналдардың тегіне қарай олар айнымалы (гармониялық, импульстік, күрделі пішінді) сигналдар күшейткіштері және тұрақты ток күшейткіштері болуы мүмкін. Қуаты жағынан аз қуатты, орта қуатты және қуатты күшейткіштер болып бөлінеді. Күшейтетін сигналдардың жиілігіне қарай төменгі жиілікті – дыбыс жиілігіндегі күшейткіштер, аралық жиіліктер күшейткіштері, жоғары жиілікті күшейткіштер болып бөлінеді. Сонымен қатар, кіші жолақты және кең жолақты болып бөлінеді. Көбінесе өте жіңішке жолақты күшейту қажеттігі туындайды, ондай кезде қолданылатын күшейткіштер селективті күшейткіштер деп аталады [9]. Күшейткіштер электрондық лампалар, биполяр және өрістік транзисторлар, туннельдік диодтар, магниттік элементтер және т.б. негізінде жасалады.

Күшейткіштердің техникалық сипаттамаларына мыналар жатады: сигналдың шығыс қуаты, шығыс кернеуі немесе тогы, күшейту коэффициенті, ПӘК-і, өткізу ені, тұрақтылық температурасы, бейсызықтық қисаю коэффициенті, шулық көрсеткіштері, сезімталдығы, кіріс кедергісі және т.б.

Шығыс кернеуі, тогы, қуаты сияқты шығыс параметрлері күшейткіштің пайдалану мақсаты мен жүктеменің типіне байланысты болады. Егер жүктеме активті болса, аталған параметрлер былай анықталады:

$$U_{\alpha} = I_{\alpha} R_{\alpha}; P_{\alpha} = I_{\alpha} U_{\alpha} = I_{\alpha}^2 R_{\alpha} = U_{\alpha}^2 / R_{\alpha}.$$

Кіріс шамалары мына формулалармен есептеледі:

$$U_{\beta} = I_{\beta} R_{\beta}; P_{\beta} = I_{\beta} U_{\beta}; R_{\beta} = U_{\beta} / I_{\beta}.$$

Күшейту коэффициенті күшейткіштің шығыс кернеуінің кіріс кернеуіне қатысы ретінде анықталады:

$$K = \frac{U_{\alpha}}{U_{\beta}}.$$

Көпкаскадты күшейткіштер үшін жалпы күшейту коэффициенті әр каскадтың күшейткіш коэффициенттерінің көбейтіндісі ретінде анықталады:

$$K = K_1 K_2 \dots K_n.$$

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

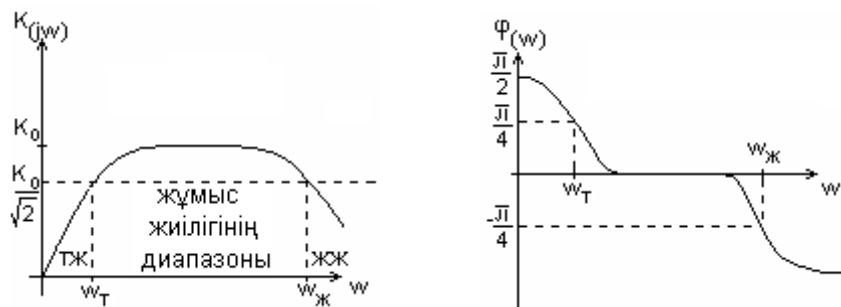
Күшейткіштің шығыс тізбегінің ПӘК-і шығыс тізбегінен берілетін сигнал қуатының оның қорек көзінен алатын қуатына қатынасы:

$$\eta = P_{\sim} / P_0.$$

Күшеткіштің ПӘК-ін басқаша да – жүктемедегі қуаттың барлық қуат көздерінің қуаттарының қосындысына қатынасы ретінде есептеу түрі бар:

$$\eta = P_{\sim} / \sum P_i.$$

Күшейткіш тізбегінде реактив элементтер (сымдылықтар, индуктивтіліктер) бар болса, сигналдың жиіліктік спектрінің біркелкі емес күшеюіне әкеп соғады, яғни жиілік және фаза бойынша қисаюлар пайда болады. Қисаю дәрежесі күшейткіштің жиіліктік сипаттамасымен анықталады, ол осы жиіліктегі күшейту коэффициентімен сипатталады. 28 суретте күшейткіштің шартты амплитудалық-жиіліктік сипаттамасы (АЖС) келтірілген.



28 Сурет – Транзистордың амплитуда-жиіліктік және фазалық сипаттамасы

Күшейткіштің белгілі бір жиіліктегі жиіліктік қисаюы салыстырмалы күшеюмен немесе жиіліктік қисаю коэффициентімен анықталады:

$$Y = K / K_{i\delta\delta}, \quad M = K_{i\delta\delta} / K = 1/Y.$$

Жиіліктік сипаттаманың орта тұсында бұл шамалар өзара тең және мәні бірге тең болады:

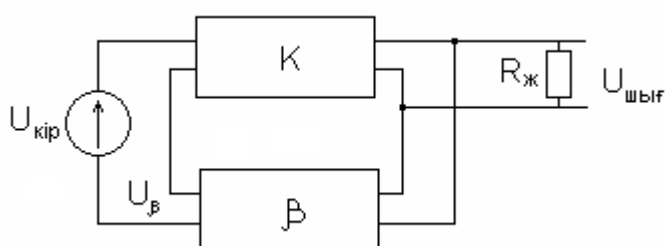
$$M = K = 1.$$

Бұл шамалар бірден қаншалықты ауытқыса, қисаю да соншалықты күшті болады. Жиіліктік қисаюдан басқа бейсызықтық қисаю болады. Ол схеманың әрбір элементінің сипаттамасының бейсызықтығына негізделген, мысалы, транзистордың кіріс сипаттамасының бейсызықтығына байланысты. Сипаттаманың бейсызықтығынан транзистордың кірісіне берілген идеал синусоида транзистордан шыққанда берілген синусоидадан басқа жоғары гармоникалар бар болатын басқа сигналға айналады. Бейсызықтық қисаю деңгейі (гармоникалар коэффициенті) бірінші гармоника амплитудасының барлық гармоникалар амплитудаларының квадраттарының қосындысының квадрат түбіріне қатынасымен анықталады:

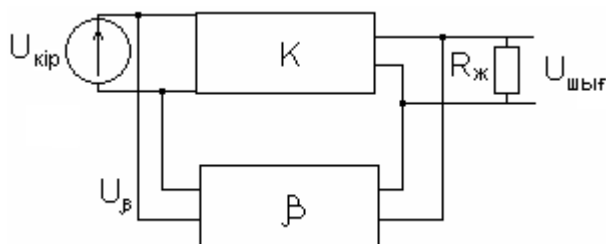
**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

$$\frac{U_{1m}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n U_{im}^2}}$$

Күшейткіштерде теріс кері байланыс (КБ) маңызды роль атқарады. Кері байланыс сигналын шығыстан алып, оны күшейткіштің кірісіне беру тәсілдеріне қарай кері байланысты төр түрге бөлуге болады [6.9]. КБ түрлерінің атауы екі сөзден тұрады: бірінші сөз кіріске сигналдың қалай берілетінін білдіреді, екіншісі – шығыстан қалай алынатынын анықтайды. КБ-тың түрлерін қарастырайық:

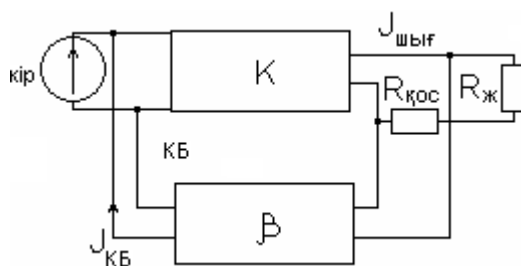


29 сурет – Тізбектей-параллель КБ

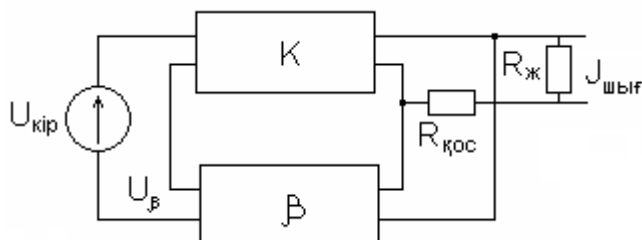


30 Сурет – Параллель-параллель КБ

Параллель КБ кезінде кіріс бойынша токтар қосылады.



31 Сурет – Параллель-тізбектей КБ



32 Сурет – Тізбектей-тізбектей КБ

Теріс КБ күшейткіштің кейбір сипаттамаларын біршама өзгертеді, мысалы, күшейткіш параметрларының тұрақтылығын жоғарылатады, бірақ бұл кезде күшейту коэффициенті мына заңдылыққа сәйкес төмендейді:

$$K_{EA} = K / (1 + \beta K).$$

Мұндағы  $\beta$  - КБ күшейту коэффициенті,  $K$  - КБ жоқ кездегі күшейту коэффициенті.

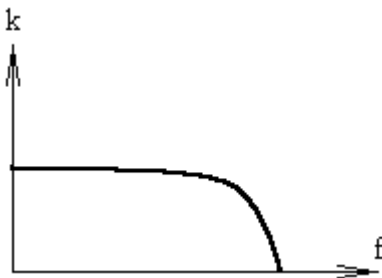
Кез-келген тізбектей КБ (кіріс бойынша да, шығыс бойынша да) сәйкес кедергіні  $(1 + \beta K)$  есе жоғарылатады. Кез-келген параллель КБ сәйкес кедергіні  $(1 + \beta K)$  есе төмендетеді.  $\beta K$  көбейтіндісі тұрақты күшейту деп аталады.

### Бақылау сұрақтары

1. Күшейткіштердің техникалық сипаттамаларына не жатады
2. Көпкаскадты күшейткіш сипаттамаларын ата?

### 7 Тақырып. Тұрақты ток күшейткіштері

Тұрақты токтың күшейткіштері (ТТК) деп- нольдік жиілікке дейін, баяу өзгертін сигналдарды күшейтуге арналған құрылғы 9.1-суретте. Тұрақты токтың күшейткішінің АЖС-сі көрсетілген. ТТК-ның ерекшелігі күшейткіш каскадтарды бір-бірінен ажыратуға арналған жеке элементінің болмауында, және де сигнал көздері мен тұрақты токтың жүктемесінде.



Сурет 9.1. Тұрақты токтың АЖС күшейткіші

Осылайша нольге жуық жиілік сигналдарын беруді жүзеге асыру үшін, ТТК-де біртекті (гальваникалық) байланыс қолданылады. Біртекті байланыс ауыспалы токтың қарапайым күшейткіштерінде элементтер сандарын кеміту үшін, интегралды орындалуды қарапайым орындау үшін, ығысу тұрақтылығы үшін т.б. қолданылады. Бірақта мұндай байланыс күшейткіштерге бір қатар өзгерістер енгізеді: оның орындалуын және қолданылуын қиындатады.

Сигналдардың баяу өзгеруін жақсы бере отырып, біртекті байланыс әр каскадқа керекті режимді бұзады және жұмыс нашар орындалады.

ТТК-ін жасағанда екі басты мәселені шешу керек: көрші каскадтағы потенциалдар деңгейінің үйлестігі және ток пен кернеудің шығыс деңгейінің дрейфтік азаюы (тұрақсыздық).

ТТК құрылу әдістері (тұрақты ток күшейткіштерінде) үш қорек көзін біреумен айырбастауға болады.  $R_1$  мен  $R_2$  Э.Қ.К. ығысуды туғызады;  $R_3$  пен  $R_4$  - Э.Қ.К. компенсациялау. Кемшіліктері: кіріс сигналдың көзі мен шығыс кернеуі

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

ортақ нүктесі жоқ, яғни мұндай схеманы қолдану ыңғайсыз. Бұл кемшілікті жою үшін екіполярлы қорек көзін қолдану керек.

*Күшейткіштің нөлдік дрейфі*

ТТК күшейту каскадтарын қолдану нөлдік дрейф шектеледі. Нөлдік дрейф (нөлдік деңгеймен) бастапқы мәннен күшейткіш шығысында ток пен кернеудің ауытқуы *өздік ауытқуы* деп аталады. Бұл эффект сигналдың кірісте жоқ боған кезде де қадағаланады. Сонымен нөлдік дрейф көрінеді, ТТК кіріс сигналымен шақырылған сияқты, онда оны нақты сигналдан айыру қиын. ТТК дрейфтік нөлін төмендету мақсатымен келесі терең ТКБ(тұрақты кері байланыс) қолдану әдістері болу мүмкін, термокомпенсациялық элементтерді қолдану, тұрақты тоқты айнымалыға түрлендіру және келесі түзеткіштігі бар айнымалы тоқты күшейту, баланстық схемада күшейткішті құру және т.б. Нөлдің дрейфі себебі: қорек көздің тұрақсыздығы, температура әсері, уақыт ағымымен параметрлерді өзгерту арқылы аспаптарды қоректендіру пункті.

1) Қорек көзінің тұрақсыздығы.

$E_K$  ұлғайсын делік  $\Rightarrow \uparrow E_{CM} \Rightarrow \uparrow I_B \Rightarrow \uparrow I_K \Rightarrow \uparrow U_{RK} \Rightarrow U_{шығ}$  кішірейеді,  $U_{шығ}$  демек өзгерту көбірек болады,  $E_K$  өзгерісіне қарағанда. Кішірейсе және азайсада,  $K_U > 1$ , яғни өзгерістер көп болады, температура өзгерісіне қарағанда

2) Температура өзгерісі.

Температура өскенде, ұлғайып  $\beta \Rightarrow \uparrow I_K \Rightarrow \uparrow U_{RK}$ ,  $U_{шығ}$  төмендейді.

$U_{ДР.шығ.МАХ}$  – максималды  $U_{шығ}$  нөлдік.дрейф

$$U_{ДР.МАХ} = \frac{U_{ДР.ВЫХ.МАХ}}{K_U} \quad (9.1)$$

$U_{кір} \gg U_{ДР.кір.МАХ}$  үлкен болу керек, болмаған жағдайда біз шығыста нөлдік дрейфі пайдалы сигналдан кері жағдайда айыра алмаймыз.

Нөлдік дрейф эффективті күресу әдісі - салыстырмалы көпірлік базасында күшейткіш каскадтарын қолдану.

*Дифференциалдық күшейткіштер*

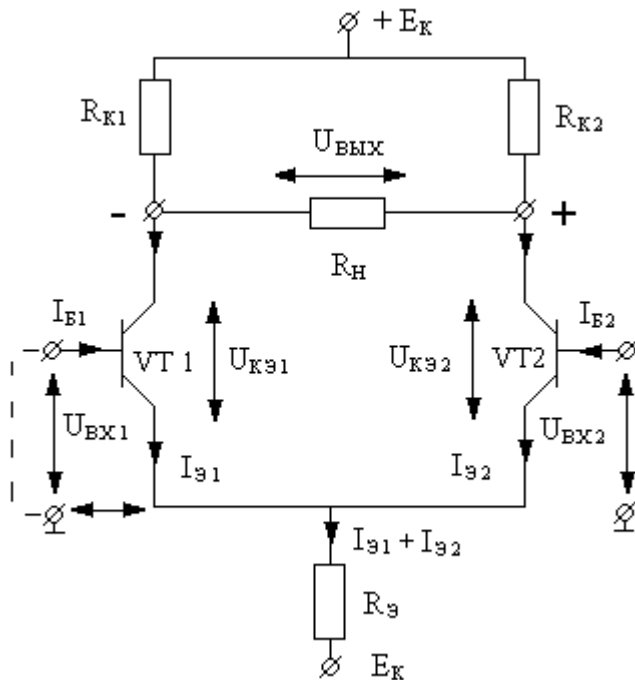
Қазіргі кезде дифференциалды ( параллельді-балансты немесе әртүрлі)

күшейткіштер көп тараған. Оларды жұмыстың үлкен тұрақтылығы

ерекшелейді, кіші нөлдік дрейфі, дифференциалды сигналдың үлкен күшейткіш коэффициенті және синфазды бөгеуді (помеха) өткізудің үлкен коэффициенті.

Сурет-9.3. Дифференциалды күшейткіштің (ДК) қарапайым вариантының принципі бойынша орындалады, екі иықтары  $R_{к1}$  және  $R_{к2}$  резисторлар арқылы, қалған екеуі Т1 және Т2 транзисторлармен құралған. Жүктеме кедергісі транзисторлардың коллекторлар аралықтарында қосылады, яғни көпірдің диагональында.  $R_э$  резисторын транзистор эмиттеріне қосылған деп есептеуге болады. Дифференциалды күшейткіштің көзі екі қорек көзі арқылы жүзеге асуы, осы жағдай көңіл аударартады, кернеулері (модул бойынша) бір-біріне тең болады. Осындай әдіспен ДК –тің қосылғыш кернеуі  $2E$  тең.





Сурет 9.3. ДК принципіалды схемасы

Екіншілік қорек көзін ( $-E$ ) қолдану Т1 және Т2 эмиттер потенциалдарын жалпы шинаға дейін төмендетуге рұқсат еткізеді. Бұл жағдай ДК кірісіне, кернеуді компенсациялайтын қосымша енгізусіз сигнал беруге мүмкіндік туғызады. ДК жұмысын сараптауында 2 ортақ иықты көрсету қабылданған, біреуі – транзистор Т1 және резистор  $R_{к1}$ , екіншісі- Т2 транзисторы және  $R_{к2}$  резисторы. ДК әрбір ортақ иығы ОЭ каскады болып саналады. Олай болса, ДК-ш ОЭ екі каскадынан тұрады екенін, шешуге болады. Транзистордың жалпы эмиттер тізбегіне  $R_э$  резистор қосылған, олардың жалпы тогы беріледі. ДК сапалы және сенімді өзінің функциясын орындау үшін, және де ұзақ уақыт процессінде өзінің көрсеткіштері мен уникалды қасиеттерін сақтау, реалды күшейткіштерде екі негізгі талаптарды орындау керек. Осы талаптарды кезегімен қарастырамыз.

Бірінші талап ДК екі иық симметриясында тұрады. ДК құрастыратын, өзі бойынша ОЭ каскадтарының сәйкесті көрсеткіштерін қамтамасыз ету керек. Ол үшін  $R_{к1} = R_{к2}$ , Т1 және Т2 транзисторлардың көрсеткіштері бірдей болу керек. Осыған орай монолитті ИС жақын орналасқан элементтер бірдей дерлік көрсеткіштері бар. Демек, монолитті ИС бірінші талаптары ДК орындалды. Бұл “дерлік” ДК іске асыру идеалды түрде болмаса да, бірақ та жақсы параметрлермен, ДК екіншілік негізгі талаптар міндетті шарт түрінде орындалу керек.

Екінші негізгі талап синфазды сигнал үшін терең ТКБ қамтамасыз етуден тұрады. Амплитудалары, пішіндері мен фазалары бірдей сигналдарды, яғни ұқсас сигналдарды синфазды деп атайды.

Егер ДК кірісінде сурет 9.3.  $U_{кэ1} = U_{кэ2}$  бар болса, ұқсас фазаларымен сәйкес келетін, онда ДК кірісіне синфазды сигнал келді деп айтуға болады. Синфазды сигналдарды әдетте бөгеттер мен дәлдіктермен шарталады. Оларда ылғи да үлкен амплитудалары бар (пайдалы сигналды едәуір асыратын) және қаланбайтын болып келеді, қандай да болсын күшейткіш жұмысы үшін зиянды. Екінші негізгі талапты орындау ДК резистор  $R_э$  енгізу арқылы іске асады. Егер ДК кірісіне синфазды бөгеттің сигналы келетін болса, онда Т1 және Т2 транзисторлар ашылады және олардың эмиттер токтары өседі. Нәтижесінде

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

резистор бойынша осы токтардың қосымша өсімшелері өткенде, ТКБ сигналы пайда болады. Осы кезде ДК ортақ иығын құрайтын ОЭ каскадының синазалық сигналына арналған кернеу арқылы күшейткіш коэффициентінің кішірейуі байқалады,  $K_{исф1}$  және  $K_{исф2}$ . Синфазалық сигналға арналған ДК күшейткіш коэффициенті  $K_{исф} = K_{исф1} - K_{исф2}$  бірінші негізгі талапты орындау есебінде  $K_{исф1} \approx K_{исф2}$  кіші мән алуға мүмкіндік туады  $K_{исф}$ , яғни синфаздық бөгеттер беру керек. Енді ДК жұмысын қарастырамыз негізгі жұмыстық кіріс сигнал үшін – дифференциалды. Дифференциалды (фазаға қарсы) деп ұқсас амплитудасы бар, фазаға қарсы сигналды атаймыз. Кіріс кернеуі ДК кіріс арасына берілген деп есептейміз, яғни әрбір кіріске кіріс сигналдың амплитудалық мәнінің жартысы ғана келеді, қарама-қарсы фаза бойынша. Егер  $U_{кпр1}$  қарастырылған мезетте оң жартытолқын болып келсе, онда  $U_{кпр2}$  – теріс болады.

$U_{кпр1}$  әрекет есебі бойынша Т1 транзистор ашылады, оның эмиттер тогы оң өсімше  $\Delta I_{Э1}$  алады, ал  $U_{кпр2}$  әрекет есебі бойынша Т2 транзистор жабылады, оның эмиттер тогы теріс өсімше  $\Delta I_{Э2}$  алады.

Резистор тізбегінде тоқты өсімшелеген нәтижесінде  $R_{Э} \Delta I_{RЭ} = \Delta I_{Э1} - \Delta I_{Э2}$ . Егер ДК ортақ иығы идеалды симметрияланған болса, онда  $\Delta I_{RЭ} = 0$ , демек, ТКБ дифференциалды сигнал үшін жоқ. Бұл жағдай ОЭ әрбір каскадынан, қарастырылған күшейткіште, демек, барлық ДК – тен үлкен күшейткіш алуға рұқсат береді. Осыдан күшейткіштің аталуы шығады- дифференциалды. Дифференциалды кіріс сигнал үшін қандай да болмасын мезетте кернеу Т1 және Т2 транзисторлардың коллекторларында қарама-қарсы фазада тұрады, онда жүктемеде екі есе шығыс сигналдың шығуы болады. Сонымен, резистор  $R_{Э}$  синфазды сигнал үшін ТКБ туғызады. Сондықтан, реалды ДК-те идеалды симметрия иығын іске асыра алмаймыз, онда  $R_{Э}$  дифференциалды сигнал үшін ТКБ шығарады, бірақ шағын тереңдікпен, иықтың симметриясы жақсы болған сайын, ТКБ кіші болады. Кішігірім тізбекті ТКБ-ты ток бойынша ДК каскадтарына береміз  $R_{01}$  және  $R_{02}$  резисторлар көмегімен. Жоғарыда айтылғандай, бұл резисторлар кішігірім номиналдары бар (шала өткізгіш төсеніш бөлімдері), сондықтан олармен ТКБ жасау үлкен емес және ДК күшейткіш қасиетіне әсер етпейді.

Сонымен, ДК екі негізгі талаптарды орындаған кезде, нөлдік дрейф кіші болғанда, дифференциалды сигналдың жақсы күшейтумен және маңызды басылмалы синфазды бөгетті тұрақты жұмыспен қамтамасыз етеді. ДК кіріс сигналдың қорек көзі мен жүктеме кедрегісі қалай қосылғандығына байланысты, оның қосылу схемасы бойынша айыру керек.

### *Тыныштық режимі*

Қосамыз  $E_{K1}$  и  $-E_{K2}$ ;  $U_{кпр1} = U_{кпр2} = 0$ ,  $U_{БЭП1} = U_{БЭП2} > 0$ ,  $U_{БЭ} = -U_{ЭП}$ .

$$U_{ЭП} = [-E_{K1} + (I_{ЭП1} + I_{ЭП2}) \times R_{Э}] \leq 0$$

яғни  $U_{БЭ} = E_{см} = -U_{ЭП}$ , демек өтеді  $I_{БП1} = I_{БП2}$ ;

$$U_{КЭП1} = U_{КЭП2} = E_{K1} - I_{КП1} \times R_{K1} - U_{ЭП} = E_{K1} - I_{КП2} \times R_{K2} - U_{ЭП}$$

$$U_{шығ} = U_{КЭП2} - U_{КЭП1} = 0$$

Температура өскен кезде, демек  $\uparrow \beta \Rightarrow \uparrow I_{КП1} = I_{КП2} \Rightarrow \uparrow I_{ЭП1} = I_{ЭП2} \Rightarrow \uparrow U_{ЭП} \Rightarrow \downarrow U_{БЭП1}, U_{БЭП2} \Rightarrow \downarrow I_{БП1}, I_{БП2} \Rightarrow \downarrow I_{КП1}, I_{КП2} \Rightarrow \downarrow I_{ЭП1}, I_{ЭП2}$ , т.е  $I_{ЭП1} + I_{ЭП2} = \text{const}$ , өйткені  $R_{Э}$  үлкен, сондықтан стабилизация жақсы. Егер че  $R_{Э}$  арқылы тұрақты ток өткенде, демек  $R_{Э}$  токтың қорек көзін  $R_{ішкі} = \infty$  ауыстыруға болады.

$\Delta U_{Э}$  – кері байланыс сигналы, сумманы стабилизациялайтын  $I_{Э1} + I_{Э2} = \text{const}$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

1. Тұрақты ток күшейткіш дегеніміз не?
2. Күшейткіштің нөлдік дрейфі
3. Тныштық режим кезінде қандай формула қолданамыз?

## 8 Тақырып Операциялық күшейткіштер

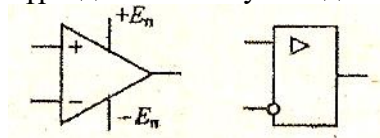
Қазіргі уақытта техниканың түрлі құрылғыларында пайдаланылатын күшейткіш құрылғылардың негізгі түрлердің бірі операцияндық күшейткіш болып табылады.

1. Операцияндық күшейткіш (ОК) — интегралдық технология бойынша жасалған дифференциалды кірмесі бар тұрақы токтың күшейткіші.

2. Интегралдық сұлбалардың (ИС) ендірілуі олардың негізінде сондай функционалдық мүмкіндіктері бар, бірақ габариттік өлшемдері кішкентай және эксплуатацияда көбірек сенімділігі бар операцияндық күшейткіштерді құрастыруға мүмкіндік берді.

3. Реалды операцияндық күшейткіш – бұл үлкен күшейту коэффициенті және непосредственным байланыстары бар күшейткіш. Ол негізінен кері байланыстары бар сұлбаларда активті элемент ретінде қоланады.

ОК-тің шартты белгіленуі (11.1 суреті, сол жағы) — үшбұрыш. Үшбұрыштың сол жағында екі кіру , ал оң жағында шығу көрсетілген. «+» белгімен кіру инверттелмейтін болып табылады, осы кіруге кірмелік сигналды бергенде шығарда сигналдың полярлығы кірудегі сияқты қалады; «—» белгімен кіру инверттелетін, осы кіруге сигналды бергенде шығарда оның полярлығы қарама қарсыға өзгереді.. Қазіргі әдебиетте ОК-тің тікбұрыш түрінде белгіленуі пайдаланылады (11.1 суреті, оң жағы).



11.1 суреті. ОК-тің шартты белгіленуі

4. Идеалды ОК. Операцияндық күшейткіштің параметрлері идеалды операцияндық күшейткіштің параметрлеріне жақындаған сайын операцияндық күшейткіш оған берілген қосылудың нақты сұлбасымен аналогтік функцияны нақтығырақ іске асырады.

Идеалды ОК электрлік параметрлердің келесі қасиеттерімен сипатталады:

1. Инверттелмейтін кіру жағынан кернеуді күшейту коэффициенті оң мәнді .
2. Инверттелетін кіру жағынан кернеуді күшейту коэффициенті теріс мәнді.
3. Жеке жағдайда күшейткіштің кірмелік қыспақтардың бірі жерлендірілуі мүмкін.
4.  $R_{вх}$  кірмелік кедергісі шексіз үлкен.
5.  $R_{вых}$  шықпалық кедергісі нөлге тең.
6.  $K$  кернеуді күшейту коэффициенті шексіз үлкен.
7. Өткізу жолағының ені шексіз үлкен.

8.  $U_{вых} = -K \cdot U_{вх}$ ,

9.  $U_{вых} = 0$ , если  $U_{вх.инв} = U_{вх.инв}$

10. Аспаптың сипаттамалары температурадан тәуелді болмайды.

11. Қанықпаған күйі лезде қалпына келеді.

12. Шықпалық сипатамасы ( $U_{вых} = f(U_{вх})$ ) нөлдік деңгейге қатысты сызықты және симметриялы.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

5. Операциондық күшейткіштердің қолданылуы. Операциондық күшейткіш электрондық аппаратурада, жеке алғанда байланыс аппаратурада кең қолдануға болады. ОК сызықтық күшейткіштерге жатады.  $U_{вых}$  кернеудің жоғарғы шегі  $E$  қоректену көзінің кернеудің тұрақты шамасымен шектелген.  $U_{вх}$  үлкен мәнде болғанда,  $U_{вых} = KU_{вх} \approx E$  болады да, шықпалық сигналдың максимум бойынша шектелуі болады және сызықтық емес бұрмалауы пайда болады.  $E$  –ден 1...2 В аз болатын  $U$  кернеуде ОК транзисторлардың қанығу режиміне кіруі қаупі туады, ол да шектелуіне және сызықтық емес бұрмалауларға әкеледі.

## Бақылау сұрақтары

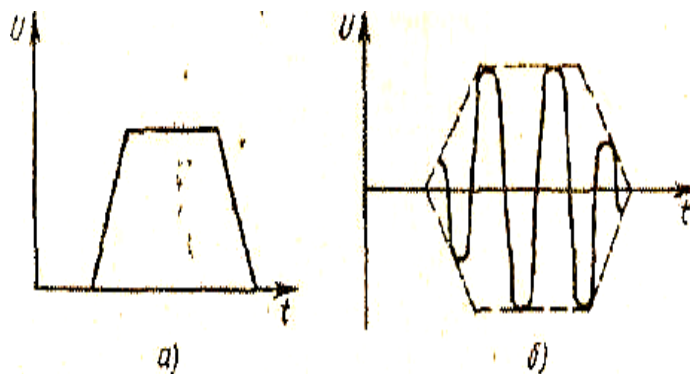
1. Операциялық күшейткіш дегеніміз не?
2. Интегралды сұлбалар деген не?
3. Идеалды ОК электрлік параметрлерін ата?

## 9 Тақырып Генераторлы және импульсті құрылғылар

1. Импульстік құрылғылар деп импульстік сигналдарды (импульстерді) өндіруге, құрастыруға, түрлендіріге және бұрмалауланған емес беруге арналған құрылғыларды айтады.

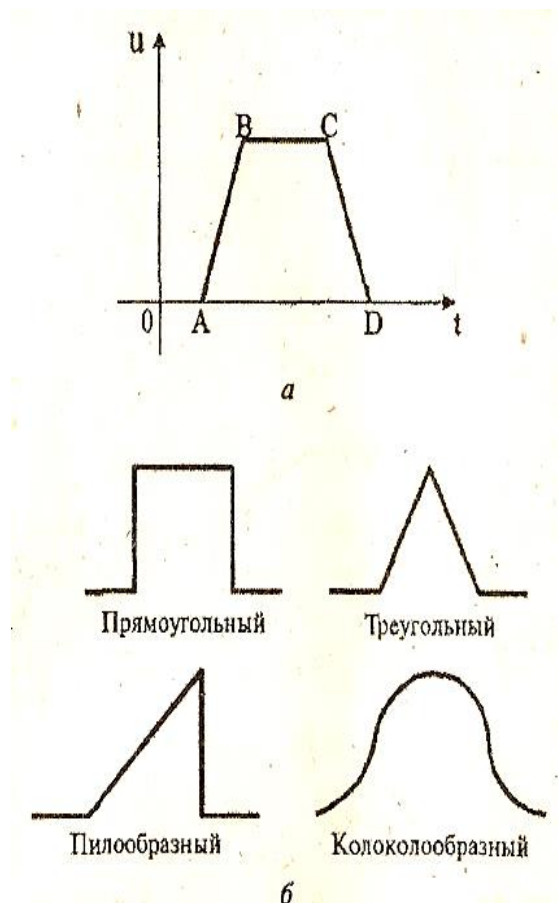
Электрлік импульс дегеніміз әрекет ететін тек қана қысқа уақыт мерзімінде нөлден немесе тұрақты мәннен айырықша болатын кернеу немесе ток. Қысқа уақыт мерзімі электрлік жүйедегі орнатылу процесстердің ұзақтығынан аз немесе салыстырылған. Бір бібінің артынан жүретін импульстер жағдайында әдетте олардың арасындағы мерзімі орнатылу процесстердің ұзақтығынан көп асады. Қарама қарсы жағдайда осы сигналды *синусоидалды емес* кернеу немесе ток деп атайды. Осындай анықтама қатаң деп айтуға болмайды, өйткені өтпелі процесстер шексіз ұзақ өтеді. Бірақ ол жалпы жағдайдағы импульстерді күрделі пішінді кернеуден айыруға мүмкіндік береді.

2. Электрлік импульстердің көп түрлілігін *видеоимпульстерге* (12.1, а суреті) және *радиоимпульстерге* (12.1, б суреті) бөлуге келісілген. Импульстердің осы екі түрінің арасындағы байланысы радиоимпульстің орағытып өтетін видеоимпульс болып табылатындығында. Видеоимпульс толтырылған синусоида жиілігі *толтыры жиілігі* деп аталады. Әдетте видеоимпульстерді және олардың түрлендірілуін қарастырады, өйткені детектирлеуден кейін радиоимпульстер видеоимпульстер болып қалады. Радиоимпульстер көмегімен радиотехникалық тракттарда информацияны беруін жүргізеді. Сондықтан келешекте жай ғана импульстер деп аталған тек қана видеоимпульстер қарастырылады.

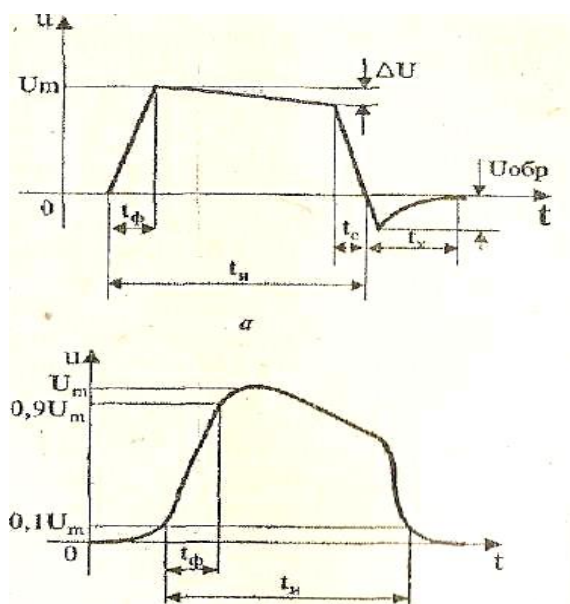


12.1 суреті. Видеоимпульс (а) және радиоимпульс (б)

Әр түрлі тағайындалуы бар импульстік құрылғыларда пайдаланатын импульстер пішіндері әр түрлі. Олардың ең көп тараған түрлері 12.2 суретте көрсетілген.

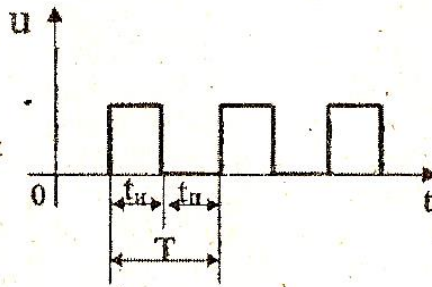


12.2 суреті. Идеалданған импульстердің пішіндері



12.3 сурет-көбірек күрделі және идеалданған импульс

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**



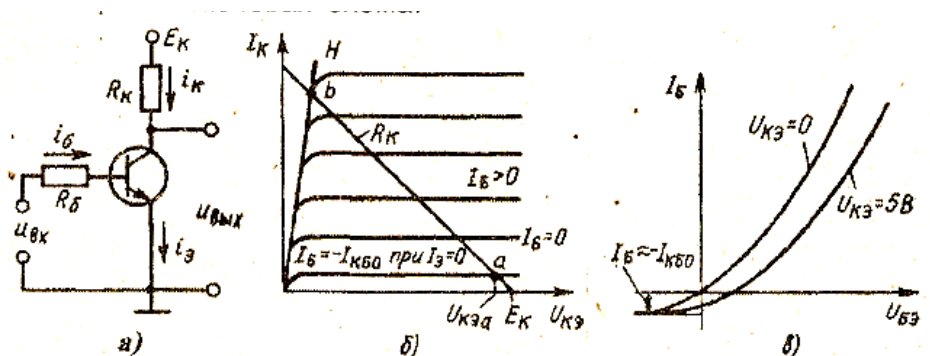
4. Электрондық кілт (ЭК) — бұл электрлік сигналдарды коммутациялауға арналған құрылғы.

Электрондық кілт сандық электроника құрылғылардың және күштік электрониканың өте көп құрылғылардың негізгі элементі болып табылады. ЭК-тің параметрлері және сипаттамалары сәйкес сұлбалардың қасиеттерін өте үлкен деңгейде анықтайды. ЭК параметрлердің және сипаттамаларының сапалық жақсаруы электрондық құрылғылардың радикалды жақсаруына әкеледі және жиі пайдаланатын сұлбалытехникалық шешулерді қайта қарастырумен бірге жүргізіледі.

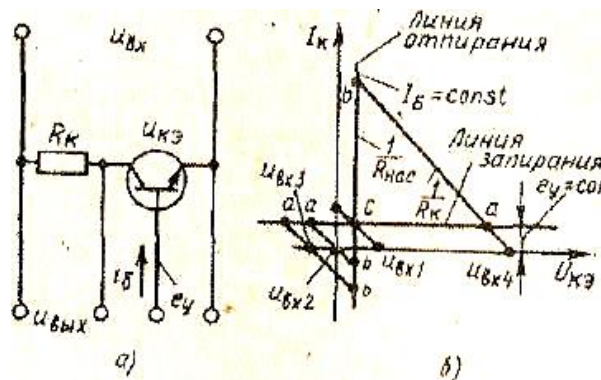
ЭК-тің негізгі ерекшеліктерін білуі импульсті күштік құрылғыларды құрастыру кезінде маңызды шарты болып табылады. Осы білімдер сандық электроника құрылғыларды құрастыру кезінде де көмектеседі.

5. Коммутациялау сигналдың сипаттамасына байланысты электрондық кілттерді сандық және аналогтік деп бөледі. *Сандық кілттер* қоректену көзінің кернеуін немесе тоғын Коммутациялайды және шығарда сигналдың екі деңгейдің алуын қамтамасыз етеді. Бірі деңгей кілттің ашық күйіне, бірі жабық күйіне сәйкес келеді. *Аналогтік кілттер* крнеудің еркін пішіні болатын аналогтік информациянды сигналдардың қосылуын және ажыратылуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар олар қолданатын өлшеуіш құрылғылардың сипаттамалары аналогтік кілттің сигналды беру сапалығына және оның коммутациясы кезіндегі пайда болатын тораптағы кедергілерден тәуелді.

Кілттердің жұмыс істеуін және олардың тәжіребеде қолдануын талдаған кезде келесі параметрлерді білу қажет: 1) кілттің қайта қосу уақытымен сипатталатын *тез әрекеттілік*; 2) оның аймағында кілттің кедергісі лезде өзгереді *шектік кернеуі*; 3) сигналдың минималды құламасы нәтижесінде болатын кілттің тоқтаусыз қайта қосу әрекеті деп түсінетін, *сезімталдық*; 4) электрондық кілттің кедергі импульстерінің әсер етуіне сезімталдығымен сипатталатын *кедергіге бикемділігі*; 5) ашық күйдегі кілттегі *кернеудің түсуі* және жабық күйдегі *жылыстау токтары*; 6) ашық және жабық күйдегі *кілттің кедергілері*.



12.5 сурет- қарапайым кілттің сұлбасы (а), оның шықпалық (б) және кірмелік сипаттамалары (в)



12.6 сурет – аналогтық сигналдарды коммутациялайтын кілттің сұлбасы (а), және транзисторды қалыпты қосылғанда оның кірмелік сипаттамалары (б)

**Бақылау сұрақтары**

1. Идеалданған импульстердің пішіндерін ата?
2. Электронды кілт деген не?
3. Сандық кілт деген не?
4. Аналогты кілт деген не?

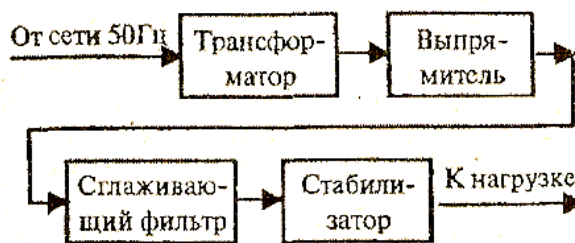
**10 Тақырып. Түзеткіштер**

1. Екіншілік қоректену көздері – электрондық және басқа құрылғыларды тікелей қоректенуге қажет кернеу үшін арналған құрылғылар. Екіншілік қоректену көздері өздері электрді өндіретін (генераторлардан, аккумуляторлардан және т.б.) біріншілік қоректену көздерден энергияны алады деген тұжырым бар. Электрондық құрылғыларды тікелей біріншілік қоректену көздерден әдетте қоректендіруге болмайды.

Екіншілік қоректену көздері электрониканың ең маңызды құрылғылар болып табылады. Мысалы, жиі электроника құрылғысының сенімділігі қаншалықты екіншілік қоректену көзі сенімді болатынына айтарлықтай тәуелді болады. Екіншілік қоректену көздерін қоректену көздері деп атауға көпшілікпен келісілген.

Жиілігі 50 Гц өндірістік желілерден энергияны алатын қоректену көздерінің типтік құрылымдық сұлбаларын қарастырайық.

Әуелі жиілікті түрлендіргішсіз қоректену көзін қарастырайық. Оның құрылымдық сұлбасы 14.1 суретте көрсетілген.



14.1 суреті. Жиілікті түрлендіргішсіз қоректену көзінің құрылымдық сұлбасы

Трансформатор қоректендіретін желі мен жүктеменің гальваникалық ажыратылуы үшін және айнымалы кернеудің деңгейін өзгеру үшін арналған. Әдетте трансформатор төмендеткіш болады.

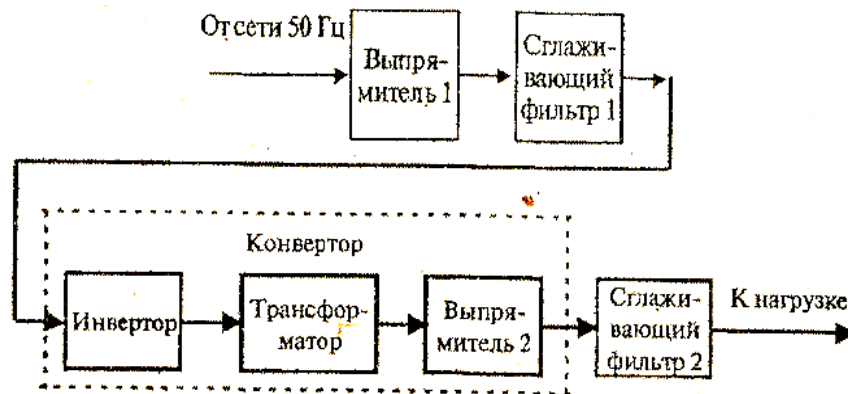
**Түзеткіш** - айнымалы кернеуді бір полярлық (лүпілдейтін) кернеуге түрлендіретін құрылғы.

**Тегістейтін сүзгі** – құрылғы түзеткіш шықпасында кернеудің лүпілдігін азайтатын құрылғы.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

**Тұрлауландырғыш** – жүктемені тұтынылатын токтың өзгеруімен және желі кернеудің өзгеруімен тудырылған жүктемеде кернеудің өзгеруін азайтатын (кернеуді тұрлауландыратын) құрылғы.

Желідегі кернеу әдетте +15...-20% диапазонда өзгеруі мүмкін.



14.2.суреті- Жиілікті түрлендіргіші бар қорек көзінің құрылымдық сұлбасы.

2. Түзеткіштер. Аз қуатты қоректену көздерде (бірнеше жүз ваттқа дейін) әдетте *бірфаздық* түзеткіштер пайдаланылады. Қуатты қоректену көздерде *үшфаздық* түзеткіштерді пайдаланға тиімді.

Түзеткіштерде келесі негізгі параметрлері бар:

а)  $u_{\text{вых}}$  шықпалық кернеудің орташа мәні:

$$U_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T u_{\text{вых}} dt,$$

мұндағы  $T$  — желінің кернеулік мерзімі (өндіріс желі үшін - 20 мс);

б)  $i_{\text{вых}}$  шықпалық токтың орташа мәні:

$$I_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T i_{\text{вых}} dt,$$

в) шықпалық кернеудің лүпілдер коэффициенті:

$$\varepsilon = \frac{U_m}{U_{cp}},$$

мұндағы  $U_m$ , — шықпалық кернеу төменгі (негізгі) гармониканың амплитудасы.

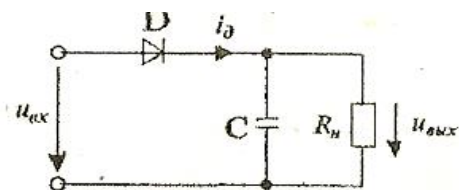
Жиі лүпілдер коэффициентін пайызбен өлшейді. Оны  $\varepsilon$  % арқылы өрнектейік:

$$\varepsilon\% = \frac{U_m}{U_{cp}} \cdot 100\% .$$

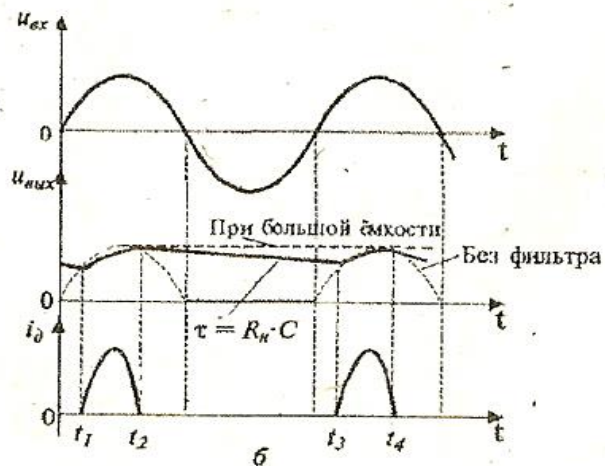
Көрсетілген параметрлер түзеткішті пайдаланғанда ең маңызды болады.

3. Түзетілген кернеуде лүпілдер болады, сондықтан осы лүпілдерді кемітетін құрылғыларды - *тегістейтін сүзгілерді* кең қолданады. Тегістейтін сүзгінің маңызды параметрі  $S$  тегістеу коэффициенті болып табылады. анықтама бойынша  $S = \varepsilon_1 / \varepsilon_2$ , сонда  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  сәйкесінше сүзгінің кірмесінде және шықпасында лүпіл коэффициенттері.

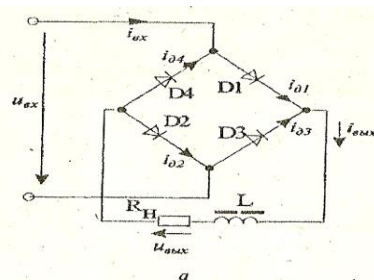




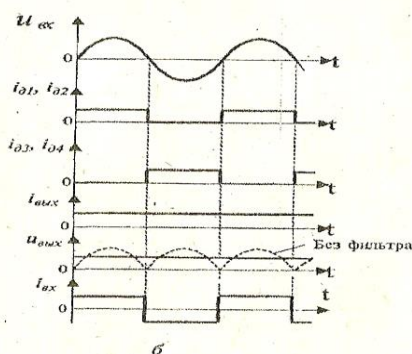
а



14.3. суреті- сыйымдылықты фильтрінің қолданылуы.



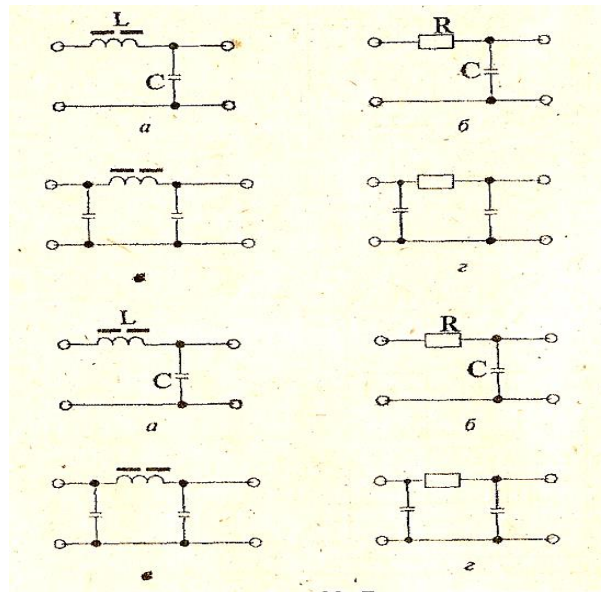
а



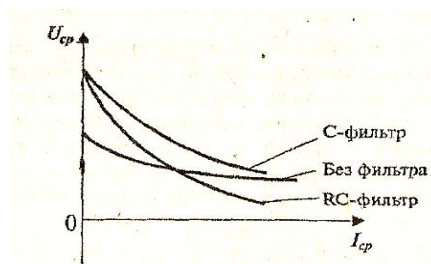
б

14.4 суреті - индуктивтілік фильтрінің қолданылуы

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**



14.5 суреті– тегістейтін фильтрінің типтері



14.6 суреті- тегістейтін фильтрінің сыртқы сипаттамалары

4. Кернеу тұрлауландырғышы. Кернеу тұрлауландырғышының маңызды параметрлер  $K_{ст}$ ,  $R_{вых}$  шықпалық кедергі және  $\eta_{ст}$  пайдалы әсер коэффициенті болып табылады.

*Тұрлауландыру коэффициенті* мына өрнекпен анықталады:

$$K_{ст} = \frac{\frac{\Delta u_{ex}}{u_{ex}}}{\frac{\Delta u_{вых}}{u_{вых}}},$$

мұндағы  $u_{ex}$ ,  $u_{вых}$  — сәйкесінше кірмесінде және шықпасында тұрақты кернеулері;

$\Delta u_{ex}$  —  $u_{ex}$  кернеудің өзгерісі;

$\Delta u_{вых}$  —  $\Delta u_{ex}$  кернеудің өзгерісіне сәйес келетін  $u_{вых}$  кернеудің өзгерісі.

*Тұрлауландырғыштың шықпалық кедергісі* мына өрнекпен анықталады:

$$R_{вых} = \left| \frac{\Delta u_{вых}}{\Delta i_{вых}} \right|,$$

мұндағы  $\Delta u_{вых}$  – тұрлауландырғыштың шықпасында тұрақты кернеудің өзгерісі;

$\Delta i_{вых}$  – шықпалық кернеудің өзгерісін тудырған тұрлауландырғыштың тұрақты шықпалық токтың өзгерісі.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$\eta_{cm}$  тұрлауландырғыштың пайдалы әсер коэффициенті — бұл  $P_n$  жүктемеге берілетін қуаттың  $P_{ex}$  кернеудің кірмелік көзден тұтынылатын қуатқа қатынасы:

$$\eta_{cm} = \frac{P_n}{P_{ex}},$$

Тұрлауландырғыштарды параметрлік және қарымталаушы болып бөледі.

## Бақылау сұрақтары

1. Түзеткіштер деген не?
2. Жиілікті түрлендіргіші бар қорек көзінің құрылымдық сұлбасын түсіндір
3. Екінші қоректену көздері деген не?

## 11 Тегістеу сүзгісі. Тұрақтандырғыштар

Көрсетілген жұмыс принципінен шығатыны түзеткіштің шығысына сыйымдылықты сүзгінің қосылуы оның жұмысын сапалы түрде өзгертеді. Сонымен шығыс көзінен энергия тек  $t_1 - t_2$  интервалында,  $U_{kip} \geq U_c$  аралығында ғана алынады

.Неғұрлым  $C_c$  сыйымдылығы көп болса, соғұрлым кіріс кернеуінің нақты лүпілі аз болады және  $\Delta t_1 = t_2 - t_1$  интервалы қысқарады, сөйтіп жүктемедегі кернеу мәні кіріс кернеуінің мәніне жақындайды.

Бұдан байқайтынымыз,  $U_{hoop}$ ,  $U_m$  және  $\mathcal{E}$  нақты мәндері берілген сүзгі үшін аналогиялық мәндермен сәйкес келмегендіктен тегістеу коэффициентін анықтау үшін көрсетілген методикамен пайдалануға болмайды.

Есептеу қатынастарын алу үшін сүзгінің шығысындағы айнымалы кернеудің амплитудасы ерекше аз болады, кернеудің орташа мәнінен. Онда  $t_2 - t_4$  интервалында  $C_c$  сүзгі конденсаторының тогы тұрақты және  $I_p = U_n / R_h$  және  $t_2 = T/4$  –ке тең. Бұл жағдайда  $\Delta t_2$  интервалының ұзақтығын келесі теңдік арқылы анықтауға болады.

$$U_m = (I_p / C_c) [T/4 + (t_4 - t_3)] = U_m \sin \omega (t_4 - t_3)$$

$$\Delta t_2 = t_4 - t_2 = T/4 + (t_4 - t_3) \quad (1.5)$$

Көрсетілген мәндегі  $\Delta U_{hmax}$  шығыс кернеудің лүпілі және  $\Delta t_2$  табылған мән бойынша керкеті конденсатор сүзгісінің сыйымдылығын табу оңай.

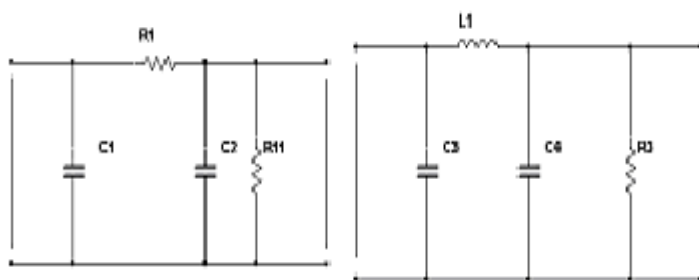
$$C_c = I_p \Delta t_2 / \Delta U_{u \max}$$

Алынған өрнектен шығатыны  $C_c$  конденсатор сыйымдылығын жүктеме тогына және шығыс лүпілдеуішінің шамасына тікелей пропорционалды. Сондықтан сыйымдылықты снзгілерді пайдалану жүктемедегі аздаған тогы кезінде аздаған пропорционалды болып табылады. Технологиялық игеру деңгейіне байланысты және үлкен сыйымдылықтың аз өлшемді конденсаторының өңделуі қарастырылған сүзгіде қолайлы бола бастау барысында үлкен қолданыс табуда.

## 2.2 Сүзгілерді қиыстыру.

Тұрақтандырғыш шығысында тегістеу үлкен коэффициент алу үшін, ереже бойынша бірнеше сүзгілердің тізбектей қосылуын пайдаланады. Мұндайда біртептіде көптепті де қолданылуы мүмкін. 1.2 а, б – суретіндегі мысал ретіндегі құралған CRC- және CLC- П-тәріздес сүзгілердің сұлбаларын келтірген.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ



Сурет 1.2- CRC (а) және CLC (б) тегістеуші сүзгінің сұлбалары  
Мұндай құрылымдардың есебі келесі түрде іске асырылады.

Алдымен рұхсат етілген кернеу лүпілдеуішінің таңдалынған типі шмасы бойынша  $C_{c1}$  конденсатор сыйымдылығын анықтайды, сосын жоғарыда алынған өрнектен RC-,LC- сүзгілерін тегістеу коэффициенті үшін олардың элементтерінің параметрлерін анықтайды.Берілген әдіс  $C_{c1}$  конденсаторындағы айнымалы құраушысы оның тұрақты құраушысы аз болған жағдайда ғана керекті немесе ыңғайлы нәтижелер дәлдігін қамтамасыз етеді. LC- сүзгінің кскадты қосылу кезінде тегістеудің қосынды коэффициенті үшін мына өрнек дұрыс.

$$q \Sigma = q_1 q_2 \dots (1.6)$$

мұндағы  $q_1$  және  $q_2$  -сәйкесінше бірінші , екінші және т.б. буынның тегістеу коэффициенті.

( 1.6 ) қолдана отырып берілген  $q \Sigma$  -үшін тізбектей қосылған LC сүзгісінің (n опт.) оптималды санын көрсетуге болады. Сонымен қатар бүткіл сүзгінің  $C_c L_c$  өндірілуі минималды болады.

$$n_{opt} = [\ln (1/q \Sigma )]/2 (1.7)$$

### 1.3.Шығыс электрлік шамасының орташа тұрақтану мәні

ЕЭҚК шығысындағы электрлік шамасының тұрақтану мәні қосымша мүше көмегімен тасымалдау коэффициенті тұрақты құраушы бойынша шығыс электрлік шаманың берілген мәннен ауытқуын толығымен жою немесе азайту.Берілген функцияны тұрақтандырғыш деп аталады.

Тұрақтандырғыштар екі топқа бөлінеді: параметрлі және компенсациялық.

Параметрлік тұрақтандырғышы шығыс кернеудің қолдауымен жартылай өткізгішті элементті қолданатын өзінің сызықты еместігінің есебінде қамтамасызданады. Мұндай тұрақтандырғыш мысалы болып негізінен стабилитрон табылады.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Компенсациялайтын тұрақтандырғыш автоматы басқарудың тұйық жүйесі болып табылады, онда электрлік тасымалдау шамасының тізбегіне қосылған буынның тасымалдау коэффициенті кірісіне және кейбір эталондық сигналдың әртүрлігіне байланысты.

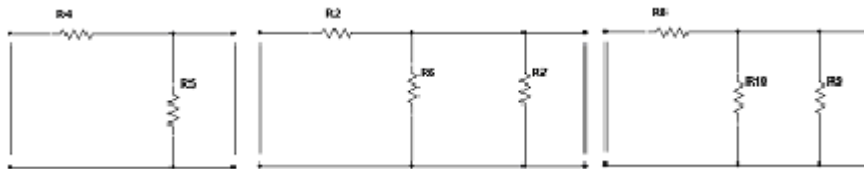
Тұрақтанатын электрлік шамаға байланысты кернеу, қуат және ток тұрақтандырғыштарын ажыратады.

Тұрақтандырғыштың тасымалдау коэффициентінің электрлік шамасының

өзгеруіне байланысты оған бір немесе бірнеше элементтен басқарылатын тасымалдау коэффициентіне қосылудың есебінде жүзеге асады.

Қосылу орнына байланысты мұндай элементтің барлық тұрақтандырғыш-

тары тізбекті, параллель және тізбекті – параллель болып бөлінеді. (1.3-сурет)



(а) (б) (в)

Сурет 1.3-Тізбекті (а), параллельді (б) және параллельді тізбекті (в) тұрақтандырушыны тұрғызу сұлбасы

Бұл сұлбалар негізгі коммутация сұлбаларын қайталайтынын аңғару қиын емес.

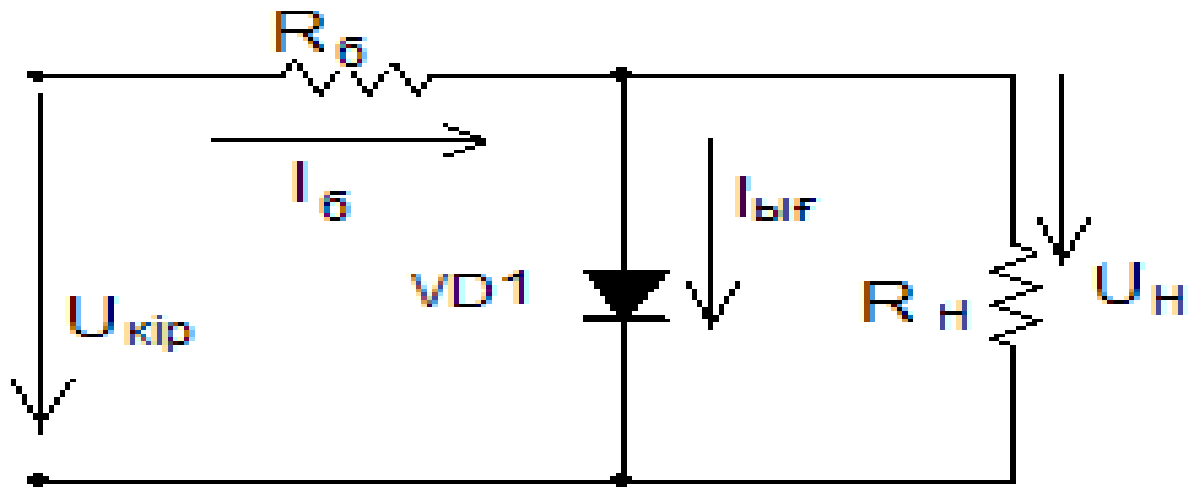
Басқару әдісі бойынша тұрақтандырғыштар үзіліссіз және кілттік (импульсті және релелік) болып бөлінеді. Үзіліссіз типті тұрақтандырғыштар биполярлы өрістік транзисторлардың активті жұмыс режимін пайдаланады, ал ол кезде импульсті тұрақтандырғыштар немесе реле тәрізді жартылайөткізгішті кілттік жұмыс режимі пайдаланады.

Оның шығыс электрлі шамалар орта мәнінің тұрақтануын сипаттайтын негізгі параметрлері болып тұрақтандырғыш коэффициенті табылады. Тұрақтанатын электрлік шамаға байланысты тұрақтандырушы коэффициентін  $K_u$  тұрақтандырғыш кернеуі,  $K_{1m}$  немесе  $K_{pn9h}$  қуаты бойынша ажыратылады.

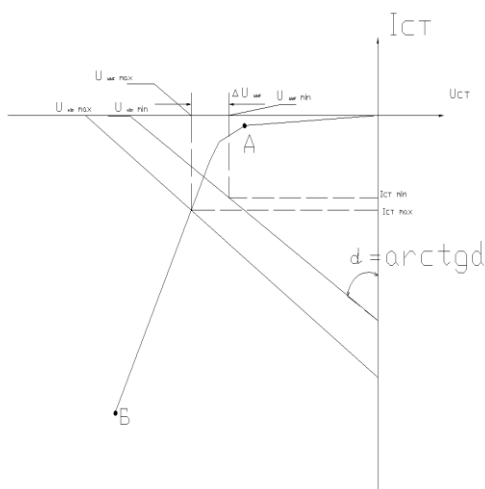
Кернеудің параметрлік тұрақтандырғышы

Параметрлік кернеу тұрақтандырғышының стабилитронда орындалуының типтік сұлбасы 1.4, а суретінде келтірілген. Бұл параллель тұрақтану сұлбасы. Берілген сұлбада шығыс кернеудің талап етілген деңгейде VD1 стабилитронның кері электрлік ВАХ стабилитронды қолданумен жұмыс істеу принципінің сұлбасын түсіндіреміз 1.6, а-сурет

**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**



а)



б)

Сурет 1.4-  
Стабилитрондағы  
параметрлік  
тұрақтандырғыш  
сұлбасы (а)және оның  
жұмысының  
графикалық  
интерпретациясы (б)

$U_{шығ}$  кернеуі  
 $R_h$  жүктеме кедергісі

және кіріс кернеуінің диапазондары  $U_{кір\ max}$  және  $U_{кір\ min}$  берілген делік.

Кернеу өсіне минималды және максималды кернеу мәнінің алып қою және осы нүктелер арқылы бұрылу бұрышы баланысты  $R_b$  резисторының кедергісі арқылы анықталатын түзулер жүргізейік. Сөйтіп,  $R_h \gg R_b$  және  $I_b = I_{тұр}$  деп есептеуге болады.

ВАХ тұрақты стабилитронның сызықты еместігіне байланысты  $\Delta U_{кір} = U_{кір\ max} - U_{кір\ min}$  өзгерісіне  $\Delta U_{шығ} = U_{шығ\ max} - U_{шығ\ min}$  шығыс кернеудің өзгерісі сәйкес келеді, сонымен қатар  $\Delta U_{кір} \gg \Delta U_{шығ}$

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

(1.7,а суретіндегі) тұрақтану (құрылғысының коэффициентін мына формуладан табуға болады.

$$\Delta U_{\text{кір}} \gg \Delta U_{\text{шығ}} = 0 \text{ және } R_h = \text{const}$$

Онда

$$\Delta I_{\text{кір}} = \Delta U_{\text{кір}} / R_b \text{ және } \Delta U_{\text{шығ}} = \Delta I_{\text{кір}} * r_d$$

Мұндағы  $r_d$  стабилитронның дифференциалды кедергісі

Бұдан

$$\Delta U_{\text{шығ}} / \Delta U_{\text{кір}} = \Delta I_{\text{кір}} * r_d / \Delta I_{\text{кір}} R_b$$

$$(K_u)_{\text{тұр}} = (\Delta U_{\text{шығ}} / \Delta U_{\text{кір}}) / (\Delta U_{\text{шығ}} / U_{\text{шығ}}) = U_{\text{шығ}} R_b / (U_{\text{кір}} r_d) \quad (1.8)$$

Мұнда

$$U_{\text{кір}} = (\Delta U_{\text{кір max}} + \Delta U_{\text{кір min}}) / 2$$

Параметрлік тұрақтандырғыштың есебі  $I_{\text{тұр min}} \leq I_{\text{тұр max}}$  өрнегін пайдалану шарты кезінде орындауы мүмкін.  $(U_{\text{кір min}} - U_{\text{шығ}}) / R_b = U_{\text{шығ}} / R_{\text{hmax}} + I_{\text{тұр max}}$

Параметрлік тұрақтандырғыштың тұрақтану коэффициентінің типтік шамасы  $K_u$   $\text{тұр} = 10 \dots 30$ . кернеу тұрақтандырғышының 1000 және одан да көп коэффициенттерін компенсациялайтын тұрақтандырғыш қолданылады.

## 1.4. Компенсацияланатын тұрақтандырғыштың жұмыс істеу принципі

Компенсацияланатын тұрақтандырғыштың негізделген принципі ООС тізбегін пайдалануға негізделген. Көрсетілген принципімен іске асыру үшін құрылғы жүргізуші элементтен (ЖЭ) басқа өлшенетін элементінен (ӨЭ) элементінен тұруы қажет салыстыру элементі және  $U_{\text{эт}}$  эталонды кернеудің көзі керек болады. (1.6-сурет). Тұрақтанатын параметрге пропорционалды өлшенетін шығыс кернеуі салыстыру элементінде эталонды кернеумен салыстырады және қателік сигналы  $U_{\text{кат}} = U_{\text{эт}} - U_{\text{өлш}}$  ЖЭ тасымалдау коэффициентін басқарады. Шығыс параметрдің азаяюымен болатын  $U_{\text{кат}}$  үлкеюі шығыс кернеудің бастапқы мәнін қалпына келтіруге әкеледі және керісінше, шығыс кернеудің үлкеюі, қателік сигналын азайта отырып, ЖЭ тасымалдау сигналын азайтады.

Орындау түріне байланысты ЖЭ үзіліссіз және кілттік компенсациялық кернеу тұрақтандырғыштары болып бөлінеді. Үзіліссіз компенсацияланатын тұрақтандырғыштарда ЖЭ ретінде өрістік және биполярлық транзисторлар қолданылады, ол активті жұмыс режимінде жұмыс істейді (генераторлар тогының режимінде). Кілттік компенсацияланатын тұрақтандырғыштарда ЖЭ-нің рөлін импулссті қуаттар орындайды.

## Бақылау сұрақтары

1. Тегістеу сүзгісі деген не?

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

2. Тұрақтандырғыштар деген не?

3. Тұрақтанатын электрлік шамаға байланысты қандай тұрақтандырғыштар ажыратады.

## 12 Тақырып Басқарылатын түзеткіштер

Төменде қарастырылатын түзеткіштерді орташа және жоғары қуатты диодтар мен тиристорларды пайдаланып жасайды. Жоғарыда айтылғандай бұл приборлардың ортақ қасиеті бар: олар бір-бірінен өзгеше екі жағдайда бола алады:

1) Кері кернеу әсер еткенде жабық жағдайда болады, ал тиристорлар үшін егер ауыстыру кернеуінен  $U_{ауыс}$  кем оң кернеу кезінде де және басқару электродының тізбегінде тоқ болмаған жағдайда жабық жағдайда болады;

2) оң кернеу әсер еткенде ашық жағдайда болады, ал триристорлар үшін басқарушы электродтың тогымен қабаттасқан оң кернеу кезінде де ашық жағдайда болады. Осы тектес приборларды электрлік вентильдер деп атайды. Диодтарды басқарылмайтын вентильдер деп атайды, ал тиристорларды басқарылатын вентильдер деп атайды.

Орташа және үлкен қуатты түзеткіштерді қолданған кезде көптеген жағдайларда түзетілген кернеудің орташа мәнін  $U_d$  басқару қажеттілігі туындайды.

Түзеткіштің вентильдерінің ашылу уақыт моментін басқаруға негізделген фазалық әдіс кеңінен қолданылатын әдістердің бірі. Ол сұлбада басқарылатын вентильдерді - тиристорларды қолдануға негізделген, сондықтан да басқарылатын түзеткіштердеп аталады.

Бір фазалық басқарылатын түзеткіштерді трансформатордың нольдік нүктесі шығарылған сұлба және көпірлік сұлба бойынша жүзеге асырады.

Бір фазалық басқарылатын түзеткіштің нольдік нүктесі шығарылған басқарылмайтын түзеткіштің сұлбасына ұқсас жасалған сұлбасы 13.1-суретте көрсетілген.

Активтік жүктеме тәртібіне 13.1, а, е-суреттерде көрсетілген диаграммалар сәйкес келеді. Айталық түзеткіштің кірісіне 13.1-суреттегі сұлбада жақшасыз көрсетілген полярлықтағы трансформатордың орамдарындағы кернеулер әсер еткенге сәйкес келетін айнымалы тоқ көзінің оң жарты толқыны  $U_1$  әсер етеді екен делік  $[0;v_1]$  аралығында.  $T_1, T_2$  тиристорлары жабық, түзеткіштің шығысындағы кернеу  $u_d=0$  (13.1, в-сурет).  $T_1, T_2$  тиристорларына трансформатордың екі екіншілік орамдарының қосынды кернеуі  $u_{2-1}+u_{2-2}$  беріледі.  $T_1$  тиристорына кернеу тура бағытта, ал  $T_2$  тиристорына кері бағытта әсер етеді. Егер өткізбейтін тиристорлардың кернеулері тура және кері бағытта бірдей деп есептесек, онда  $[0;v_1]$  аралығында тиристорлардағы кернеу, сәйкес полярлықтарды ескерсек,  $(U_{2-1}-U_{2-2})/2=U_2$  (13.1, е-сурет) шамасымен анақталады.

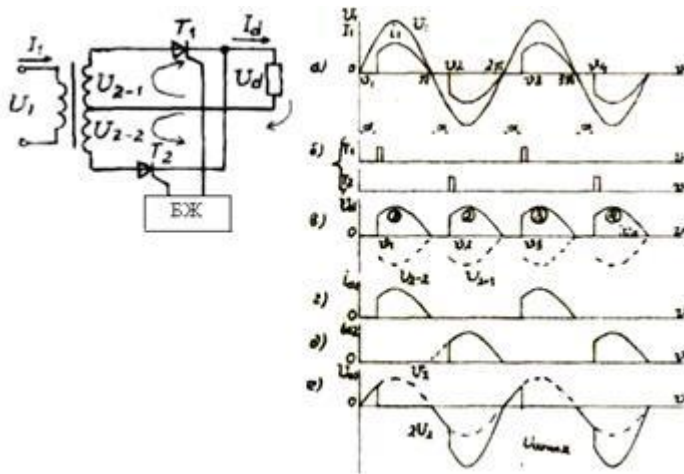
$\alpha$  бұрышымен анықталатын, уақыттың  $v_1$  моментінде  $T_1$  тиристорының басқарушы электродына түзеткіштің басқарушы жүйесінен БЖ импульс келіп түседі (13.1, е-сурет). Соның нәтижесінде  $T_1$  тиристоры ашылады да  $R_{ж}$  жүктемесін трансформатордың екіншілік орамының кернеуіне  $U_{2-1}=U_2$  жалғайды. Жүктемеде  $[v_1;\pi]$  аралығында  $U_d$  кернеуі пайда болады (13.1, в-сурет), ол  $U_{2-1}=U_2$  кернеуінің  $[v_1;\pi]$  аралығындағы қисығымен анықталады. Жүктеме және  $T_1$  тиристоры арқылы  $i_d=i_{a1}=U_d/R_{ж}$  тогы өтеді (13.1, г-сурет). Тоқ көзінің кернеуі ноль ( $v_1=\pi$ ) арқылы өткен кезде  $T_1$  тиристорының тогы нольге теңеседі де ол жабылады.



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$[\pi; U_2] = [\pi; \pi + \alpha]$  аралығында тоқ көзінің кернеуінің полярлығы қарама-қарсыға өзгереді. Бұл аралықта түзеткіштің екі тиристоры да жабық.  $T_1$  тиристорына кері кернеу беріледі (13.1, е-сурет), ал  $T_2$  тиристорына  $U_2$ -ге тең тура кернеу беріледі.

Уақыттың  $v_2$  моментінде  $T_2$  тиристорына ашушы импульс беріледі. Бұл тиристордың ашылуы жүктемеге  $U_d = U_{2-2} = U_2$  кернеуін береді қамтамасыз етеді (13.1, в-сурет).  $T_2$  тиристорына берілетін кернеудің формасы  $T_1$  тиристорының өткізу аралығындағы кернеудің формасымен бірдей болады. Жүктеме арқылы  $i_d = i_{a2} = U_d / R_{ж}$  (13.1, д-сурет) тогы өтеді.  $T_2$  тиристорының.



13.1-сурет. Трансформатордың нольдік нүктесі шығарылған бір фазалық түзеткіштің сұлбасы және оның активтік жүктеме кезіндегі жұмыс істеу принципін бейнелейтін уақыттық диаграммасы

$[v_2; 2\pi]$  өткізу аралығында трансформатордың екі екіншілік орамдарының кернеуі  $T_2$  тиристорына қосылады, сондықтан  $T_2$  тиристоры ашылған моменттен бастап  $T_1$  тиристорына  $2U_2$ -ге тең кері кернеу әсер етеді (13.1, е-сурет). Максимальдық кері кернеуге  $U_{\text{кері}} = 2\sqrt{2}U_2$  мәні сәйкес келеді, мұндағы  $U_2$ -трансформатордың екіншілік кернеуінің әсерлік мәні. Әрі қарай сұлбадағы үрдістер жоғарыда қарастырылғандарға ұқсас жалғаса береді.

Трансформатордың екіншілік орамдарының тоқтары  $T_1, T_2$  тиристорларының тоқтарымен анықталады (13.1, г, д-суреттер). Біріншілік  $i_2$  тогы (13.1, а-сурет) екіншілік тоқтармен трансформатордың трансформациялау коэффициенті  $n = \omega_1 / \omega_2$  арқылы байланысқан және  $[0; \alpha]$ ,  $[\pi; \pi + \alpha]$ ,  $[2\pi; 2\pi + \alpha]$ , ... аралықтарында үзілісті болып келеді.

Басқарылатын түзеткіштің басты ерекшелігі түзетілген кернеудің орташа мәнін  $U_d$  реттей алатындығында, ол  $\alpha$  бұрышына әртүрлі мәндер беру арқылы жүзеге асырылады.  $\alpha = 0$  болғанда шығыс кернеуінің қисығы  $U_d$  басқарылмайтын түзеткіштің

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \approx 0,9U_2$$

жағдайына сәйкес келеді және кернеу оның максимальдық мәні.  $\alpha = \pi$  басқару бұрышына  $U_d = 0$  сәйкес келеді. Басқаша айтқанда, басқарылатын түзеткіш  $\alpha$  бұрышы 0-ден  $180^\circ$ -қа дейін өзгергенде кернеуді оның  $0,9U_2$ -ге тең максимальдық мәнінен нольге дейінгі аралықта реттей алады.

$U_d$  кернеуінің  $\alpha$  бұрышынан тәуелділігі басқарылатын түзеткіштің реттегіштік сипаттамасы деп аталады. Ол жүктемедегі кернеудің орташа мәнін табуға арналған

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

өрнектен анықталады. Бұл кернеу  $[\alpha; \pi]$  аралығында екіншілік кернеудің синусоидасына

$$U_c = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t \, d\omega t$$

сәйкес келеді, яғни

Есептеу нәтижесі мынаны береді

$$U_c = U_{d0} \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

мұндағы  $U_{d0} = 0,9 U_2 - \alpha = 0$  болғандағы жүкемедегі кернеудің орташа мәні.

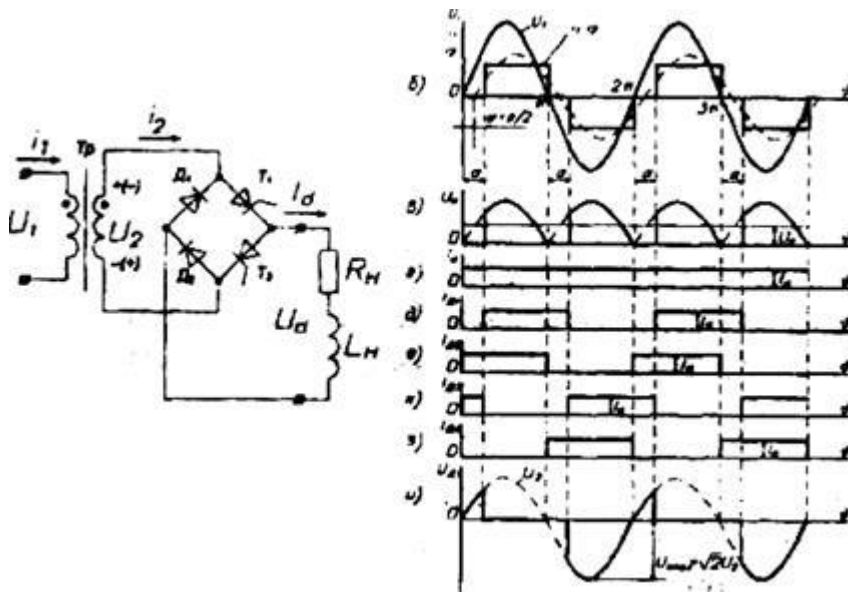
Бір фазалық көпірлік басқарылатын түзеткіштің сұлбасы да басқарылмайтын түзеткіштің сұлбасына ұқсас жасалады. Ол басқарылатын вентильдердің (тиристорлардың) саны толық және толық емес варианттарда қолданылады.

Басқарушы вентильдерінің саны толық көпірлік түзеткіштің жұмыс тәртібі мен реттегіштік сипаттамасы нольдік нүктелі бір фазалық түзеткіштікімен бірдей. Бұл түзеткіштердің айырмашылығы басқарылмайтын вентильдерде ғана емес, сонымен қоса вентильдердегі кернеудің қисығының формаларында да. Көпірлік сұлбада оның формасы  $U_2$  кернеуімен анықталады, ал нольдік нүктесі бар сұлбада  $2U_2$  кернеуімен анықталады, яғни 0,5-қа тең масштабтық коэффициент кіргізетін болсақ тиристорлардағы кернеудің қисықтары көпірлік сұлба үшін де дұрыс болады.

Басқарылатын вентильдерінің саны толық емес көпірлік түзеткіште (симметриялы емес сұлбада) екі вентиль басқарылады, ал екі вентиль басқарылмайды (13.2, а-сурет).

Сұлбаның жұмыс істеу тәртібі нольдік нүктесі бар бір фазалық сұлбаның жұмыс істеу тәртібіне ұқсас. Сұлбаның жұмыс істеу ерекшеліктерін активті-индуктивтік жүктеме жағдайы үшін қарастырамыз.

$T_1$ ,  $T_3$  тиристорларының ашылуын  $U_2$  кернеуінің нольден өткен моментіне қатысты  $\alpha$  бұрышына кешіктіріп жүргізеді.  $[\alpha; \pi]$  аралығында тоқты  $T_1$  тиристоры және  $D_2$  диоды өткізеді. Жүктеменің тогы  $i_d$  (оның контуры диаграммада тұтас сызықпен көрсетілген) трансформатордың екіншілік орамы арқылы (кернеудің полярлығы жақшасыз көрсетілген) және айтылған вентильдер арқылы өтеді.  $[\alpha; \pi]$  аралығы біткеннен кейін  $U_2$  кернеуінің полярлығы өзгереді, бұл  $D_2$  диодының жабылуына және ол арқылы  $i_d$  тогының өтуінің тоқтауына әкеледі (13.2, е-сурет).  $L_{ж}$  индуктивтілігімен демелген жүктеме тогы ашық күйінде қалған  $T_1$  тиристоры және ашылған  $D_4$  диоды арқылы өте береді (13.2, д, и-суреттер) жүктеменің тізбегі  $T_1$  тиристоры және  $D_4$  диоды арқылы ( $I_d$  тогының контуры диаграммада үздікті сызықпен көрсетілген) тұйықталады.



13.2-сурет. Басқарылатын вентильдерінің саны толық емес көпірлік түзеткіш (а) және оның диаграммалары (б-и)

Уақыттың  $\pi + \alpha$  моментінде басқарушы импульс беру арқылы  $T_3$  тиристоры ашылады.  $U_2$  кернеуінің әсерімен  $T_1$  тиристоры жабылады да оған кері кернеу беріледі (13.2, д, и-суреттер). Жүктеме тоқ көзінен энергияны мына тізбек арқылы тұтынады: трансформатордың екіншілік орамы  $D_4$  диоды- $T_3$  тиристоры (13.2, а, ж, з-суреттер). Уақыттың  $2\pi$  моменті өткеннен кейін сұлбада алдыңғы жарты период аяқталғанға ұқсас жағдай туындайды:  $D_4$  диоды жабылады, ал  $D_2$  диоды ашылады да  $T_3$  тиристорымен біріге отырып  $[2\pi; 2\pi + \alpha]$  аралығында қысқа тұйықталған жүктеме тізбегін түзеді.

Сонымен,  $[2\pi; 2\pi + \alpha]$  аралығында  $i_d$  тогының трансформатордың екіншілік, демек және біріншілік орамдары арқылы етуі мүмкін емес.  $U_d$  қисығына (13.2, в-сурет)  $U_2$  кернеуінің теріс полярлықты бөліктері кірмейді, ал  $i_1, i_2$  тоқтарының қисықтары 13.2, б-суретте көрсетілгендей болады. Тұтыну тогының бірінші гармоникасының қоректендіруші кернеуге қатысты жылжу бұрышы  $\alpha/2$ -ге тең.

Қарастырылған басқарылатын түзеткіштердің бір фазалық түрлерінен басқа үш фазалық түрлері де болады [1].

### Бақылау сұрақтары

1. Бір фазалық басқарылатын түзеткіштерді трансформатордың нольдік нүктесі қандай сұлба бойынша жүзеге асырады.
2. Көпірлік сұлбаны түсіндір

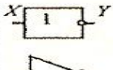

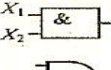
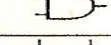
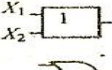

### 13 Тақырып Логикалық элементтер

1. Базалық логикалық элементтер — бұл электрондық кілттері бар және негізгі логикалық операцияларды орындайтын сұлбалар. Базалық логикалық элементтер әр түрлі логикалық функцияларды орындайтын күрделі сандық құрылғыларды жобалауға негіз құрайды. Логика алгебрасынан білетіндей, күрделі логикалық функцияларды *базалық логикалық функциялардың* қорытынды санының қосындысы арқылы өрнектеуге болады. Осындай совокупности мынаны құрайды:

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

- НЕ (инверсия), И (конъюнкция), ИЛИ (дизъюнкция) базалық логикалық функцияларды;
- НЕ, И логикалық функцияларды;
- НЕ, ИЛИ және т.б. логикалық функцияларды.

Негізгі логикалық функциялар базалық логикалық элементтерде іске асырылады.

НЕ	И	ИЛИ																																				
 	 	 																																				
<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	X	Y	1	0	0	1	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><th>X<sub>1</sub></th><th>X<sub>2</sub></th><th>Y</th></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><th>X<sub>1</sub></th><th>X<sub>2</sub></th><th>Y</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
X	Y																																					
1	0																																					
0	1																																					
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y																																				
1	1	1																																				
0	1	0																																				
1	0	0																																				
0	0	0																																				
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y																																				
0	0	0																																				
1	0	1																																				
0	1	1																																				
1	1	1																																				

Кесте 13.1.

Базалық логикалық элементтер жеке интегралдық микросұлбалар түрінде істеленуі мүмкін. НЕ, И, ИЛИ ең жиі пайдаланылатын базалық элементтердің шартты белгіленуі және шындық кестелері 13.1 кестеде келтірілген.

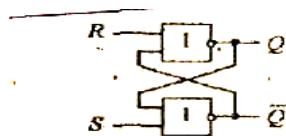
Қолданылатын элементтерге және сұлбалытехникаға байланысты логикалық элементтердің (логиканың деп аталатын) келесі класстары болады:

- резистивті-транзисторлық логика (РТЛ);
- диодты-транзисторлық логика (ДТЛ);
- транзисторлы-транзисторлық логика (ТТЛ);
- эмиттерлі-байланысты логика (ЭБЛ);
  - Шоттканың диодтары бар транзисторлы-транзисторлық логика (ШТТЛ);
  - p типті каналдары бар МОП-транзисторлар негізінде логика (p-МДП);
  - n типті каналдары бар МОП-транзисторлар негізінде логика (n-МДП);
  - МДП-транзисторларда құраушы кілттер негізінде логика (КМДП, ШОП);
  - интегралдық инжекциондық логика  $I^2L$  ;
  - галлий арсенидінен жартылай өткізгіштің негізінде логика GaAs.

### 3. Триггердің анықтамасы және арналуы.

Триггер — бұл кірмелік сигналдар әсерінен бір күйден екінші күйге өте алатын логикалық нөл және логикалық бірлік екі тұрақты күйі бар құрылғы. Триггердің сы күйлері тоқтаусыз қоректену кезде және кедергілер мен наводок болмағанда қанша керек ұзақ сақталуы мүмкін. Триггердің негізгі арналуы — екілік информацияның сақталуы. Мысалы, дербес компьютерлерде триггерлерде бірінші және екінші деңгейлік кэш жады жиналған..

4. Асинхронды RS-триггердің қарапайым сұлбасы 13.1 суретте келтірілген. Триггерде ИЛИ-НЕ (стрелка Пирса) қиылысатын кері байланыстары бар сұлбалары пайдаланған. Суретте келесі белгіленулер еңгізілген:  $R$  – триггер құрылғысының 0-ге кірме,  $S$  - триггер құрылғысының 1-ге кірме,  $Q'$  – триггердің тура шықпасы;  $\bar{Q}$  - триггердің тура шықпаға қатысты инвертирленген сигналы бар қосымша (инверстті) шықпасы. Триггердің сәйкес түйіспелерде сигналдарды атауы үшін сондай белгіленулер пайдаланатынын ескерейік.

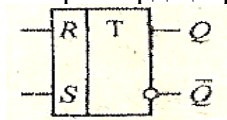


# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

13.1 суреті. RS-триггердің сұлбасы

R	S	Q
0	0	сақтау
1	0	0
0	1	1
1	1	запрещено

13.2 суреті- RS-триггердің күйлер кестесі.



13.3 суреті- RS-триггердің

## Бақылау сұрақтары

1. Логикалық элементтер дегеніміз не?
2. Логикалық элементтер түрлерін ата
3. Олардың жұмыс істеу принципін түсіндір

## 14 Тақырып Электрондық вакуумдық аспаптар

Электривакуумды аспаптар даму тарихына тоқталып өтейік.

Диод (көне грекше:  $\delta\iota\varsigma$ [1] — екі және -од[2] шекті) — екі электродты, электр тоғының бағытына байланысты әр-түрлі өтімділігі бар электронды аспап.

Схемотехникалық кескінді электривакуумды диод:

ортасындағы жылытқыш шыны лампалы — катод, шеткі жағындағы — анод. Оң жағындағы — лампалы диодтың сұлбадағы белгіленуі.

Сол жақтағы — жартылай өтiзгiштi диодтың қарапайым түрi. Жоғарғы және сол жақтағы — диодтың сұлбадағы шартты белгісі (ГОСТ 2.730-73 бойынша).

Диодтарды дамыту бірден екі бағытта XIX ғасырдың үшінші ширегінде басталды: 1873 жылы британдық ғалым Фредерик Гутри термиондық (вакуум шамды тікелей қыздыру арқылы), ал 1874 жылы германдық ғалымды Карл Фердинанд Браун (қатты денелі) кристалды диодтарды жұмыс істеу принципін ашты. 1880 жылдың 13 ақпанында Томас Эдисонды қайтадан термионды диодтың жұмыс істеу принципін қайта ашты, және содан соң 1883 жылы патенттеген (№ 307031-ші АҚШ патенті). Дегенменде Эдисон жұмыстарын ары қарай дамытуға идея болмады. 1899 жылы германдық ғалым Карлы Браун Фердинанд кристаллды түзеткішті патенттады.

Вакуумдық электроника — вакуумда еркін электрондар ағынының электр және магнит өрістерімен өзара әрекеттесуін зерттеуден, сондай-ақ осы өзара әрекеттесуді пайдаланатын электрондық аспаптар мен құрылғыларды құрудан тұратын электрониканың бөлімі.

Алғашқы вакуумдық электрондық аспап — электривакуумдық диодты 1905 жылы ағылшын ғалымы Дж.А. Флеминг ойлап тапқан. Содан кейін басқада көптеген электродты шамдар (триод, тетрод, пентод, гептод) жасалып шығарылды. 1960-шы жылдарға дейін вакуумдық электроника іс жүзінде бүкіл электроникаға кең тарады. Транзистор ойлап табылғаннан кейін шалаөткізгіштік аспаптар вакуумдық электроника аспаптарының қолданысын шектеді. Бірақ радиохабар, теледидар, жылдамдатқыш техникасы, плазмалық

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

технология, қашықтағы байланыс, радиолокация сияқты электромагниттік өрістің қуатты көздері пайдаланылатын техника мен технология облыстарында, негізінен, вакуумдық электроника қолданылады.

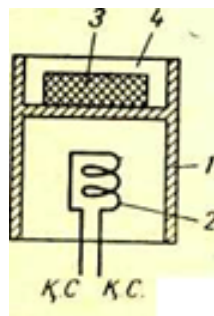
1. Екі электродты электровакуумдық аспап немесе жартылай өткізгіштік диод, токты бір бағытта өткізетін құрал.

Радиоаппаратураларда айнымалы токты түзету, модуляцияланған тербелістерді детекторлеу, жиіліктерді өзгерту, электр тізбектерін қайта қосу үшін қолданылады.

2. Екі электродты вакуумдық, газразрядты немесе шалаөткізгіш аспап;

Электр тогы бағытына байланысты өткізгіштігі әр түрлі болады: тура бағыттағы токтар үшін өткізгіштігі жоғары және кері бағыттағы токтар үшін — төмен. Электр және радиоэлектрондық аппараттарда айнымалы токты түзету, детекторлеу, электр тербелістерін түрлендіру, электр тізбектерін ажыратып-қосу үшін қолданылады.

Қабыршақты катод — цезий, торий, барий, вольфрам карбиді сияқты активтендіруші заттардың бір атомды қабатымен қапталған металл негіз болып табылады. Активтендіруші заттардың валенттік электрондары металл негізге ауысады, өйткені осы электрондардың энергиясына сәйкес келетін металдағы энергетикалық деңгей бос. Қаптаған заттың пайда болған оң иондары мен металдың арасында эмиссияның элек-трондарын шапшаңдататыш электр ерісі пайда болады.



**1-сурет.** Л — катод; 1 — молибден цилиндр; 2 — қыздыру қыл сымы; 3 — эмиттерлеуші затты қабық; 4 — борпылдақ вольфрам.

Цезиймен немесе ториймен қапталған катодтар өте сирек қолданылады, өйткені бұл заттар аса қызған катодтың бетінен интенсивті түрде буланады. Ең жаңа барирленген катодтарда (Лемейс ойлап тапқан Л — катодтарда) вольфрамның, кеуек беті эмиттерлеуші қабыршақ болып табылады (31-сурет), оның астында барий тотығы мен барий бериллаты таблеткасы тұрады. Катодты қыздырған кезде металл барий өзінің қосылыстарынан бөлініп, катодтың бетіне шығады. Карбидтелінген катодтарда қабыршақ қабық вольфрам карбидінен түзіледі, ал вольфрамға торий қосылған.

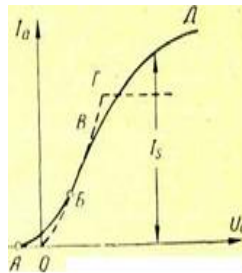
Шала өткізгішті катодтарға ең кеп таралған оксидтік катодтар жатады. Мұндай катод барий, стронций және кальций тотықтары қабатымен қапталған никель немесе вольфрам өткізгіш болып келеді. Оксидтік катодтың жұмыс теориясы әлі жете зерттелген жоқ. Өзірше оксидтік қабатты электронды типтес қоспалы шала өткізгіш болып табылады деуге болады. Оның валенттік электрондарының деңгейі металл өткізгіштің өткізгіштік зонасына жақын орналасады да, сол зонаны электрондармен толтырып тұрады. Шығу жұмысының төмендеуі активтендіруші заттың атомдары бір-бірінен айтарлықтай қашықтықта орналасқандықтан болуы керек. Жұмыс кезінде барий буланады; ал оның активтендіруші қабаттың бетіндегі концентрациясы оксидтік қабаттың қойнауынан келетін атомдар есебінен қайта қалпына келтіріледі

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Қарапайым электрондық лампы - диодтың құрылысымен және жұмыс принципімен таныстық. Енді вакуумдағы электр тогының заңдылығын толығырақ қарастырайық.

Диодтың вольт-амперлік (анодтық) характеристикасы деп қыздыру кернеуі өзгермеген кездегі анодтық токтың өзгеруінің анодтық кернеудің өзгеруіне тәуелділігінің графині айтады:

$$I_a = f(U_a), U_k = \text{const болғанда.} \quad (16)$$



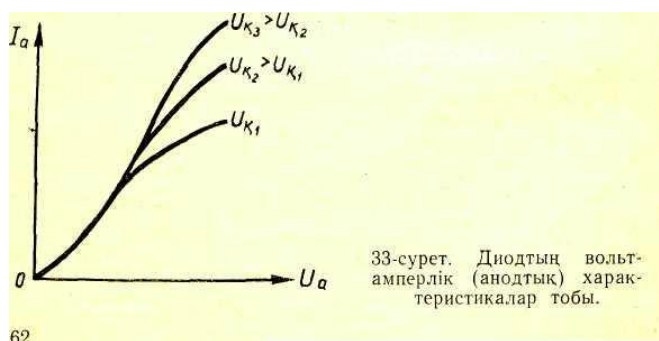
2-сурет. Диодтың вольт-амперлік характеристикасын алу.

вольт-амперлік характеристиканы эксперимент жүзінде шығарып алу үшін диодты қосу схемасы және характеристиканың өзі көрсетілген. Анодтық ток пен кернеу арасында тәуелділік теория жүзінде Ленгмюр-Богуславский формуласымен өрнектеледі:

$$I_a = kU_o^{3/2} \quad (17)$$

мұндағы  $k$  — лампының электродтарының өлшемі мен формасына тәуелді коэффициент. Бұл формула лампы арқылы өтетін ток Ом заңына бағынбайтындығын көрсетеді (Ом заңы бойынша ток бірінші дәрежелі кернеуге пропорционал; яғни  $I = kU$ ). Мұны қалай түсіндіруге болады?

Қызған катод электрондар шығарады. Олар катод айналасында теріс кеңістіктік заряды бар өзінше бір «электрондық атмосфера» («электрон бұлты») түзеді. Анодтық кернеу аз болғанда бұл зарядтың өрісі анодтың үдетуші өрісімен ілесіп бара жатқан электрондарға кедергілік әсер етеді. Сондықтан алдымен ток баяу өседі де, характеристикада бұл процесс имек сызықпен өрнектеледі (32,6-суретте 05 участогы). Кейде теріс анодтық кернеу кезінде де аздаған анодтық ток байқалады (АБ участогы), мұны өте жоғары кинетикалық энергиялы электрондар туғызуы мүмкін. Анодтық кернеу одан әрі артқан сайын, өріс бірте-бірте электрондарды көбірек әкетеді де, катодтың айналасындағы электрон бұлты біртіндеп жойылады және анодтық ток өседі. Ең ақырында катод шығаратын барлық электрондарды өріс толық әкеткенде, анодтық кернеудің одан әрі артуы анодтық токты арттырмайды ( $\Gamma$  нүктесі), сөйтіп қанығу деп аталатын кезең туады. Алайда, шын мәнінде анодтық кернеу артқан кезде ток аз да болса артады (&Д участогы). Характеристиканың жоғарғы иілуі және қанығу аймағында токтың артуы катодтың анодтық токпен қосымша қызатындығымен және электрондардың эмиссиясына анод пен катод арасындағы электр өрісінің әсер етуімен түсіндіріледі. Сыртқы өрістің әсерінен шығу жұмысының өзгеруін, осы құбылыстың теориясын талдап шешкен неміс ғалымы В. Шотки есімінен, Шотки эффектісі деп атайды. Оксидтік катодтарда сыртқы шапшаңдатушы өрістің термоэлектрондық эмиссияға (Шотки эффектісі) әсері сондай зор, тіпті қанығу тогы режимі жалпы байқалмайды.



Ол түсінікті де, қыздыру тогы артқанда электрондар эмиссиясы да өседі. Сондықтан қыздыру кернеуінің әр түрлі мәндерінде анодтық характеристикалар тобын (үйірін) аламыз. Одан көргеніміздей, формула (17) характеристиканың тек төменгі бөлігі үшін ғана аздықөпті дұрыс екені байқалады.

Электродтар арасындағы өткізгіштік электродтардағы эмиссиялық құбылыстардың есебінен пайда болатын зарядты бөлшектердің көмегімен қамтамасыз етіледі. Термоэлектрондық эмиссия деп қыздырылған кезде қатты немесе сұйық денелердің беттерінен электрондардың бөлініп шығу құбылысын айтады. Қызған дене шығаратын электрондар термоэлектрондар, ал дененің өзі эмиттер деп аталады. Термоэлектрондық эмиссия әр түрлі электрондық құралдарда қолданылады. Олардың ең қарапайымы — электр-вакуумдік диод.

### Бақылау сұрақтары

1. Вакуумдық электроника деген не?
2. Қабыршақты диод деген не?
3. Қандай диод өте сирек қолданылады?

## 15 Тақырып Иондық аспаптар

**Ион** — кристалдардың дербес бөлігі ретінде немесе ерітінді құрамында, кейде газ түрінде ұшырасатын он (катион) немесе теріс (анион) зарядталған атом (кешенді ион, яғни атомдар тобы).

### Ион қармауы

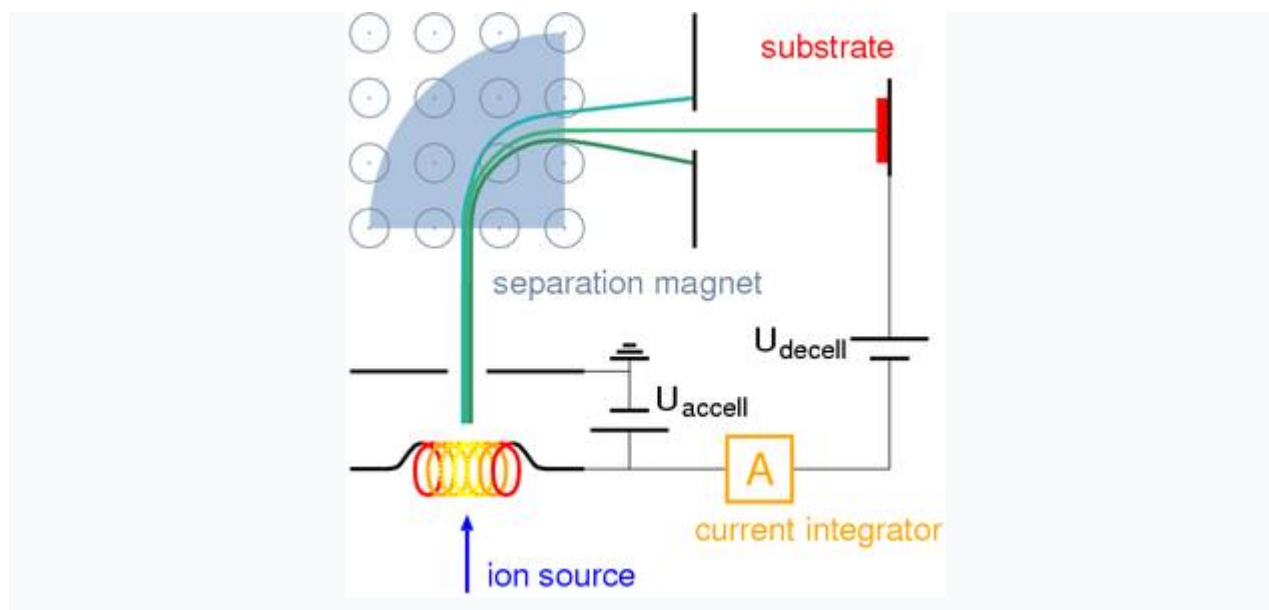
**Ион қармауы** (*Ионная ловушка*) — кинескоптардың электрондық зеңбіректерінің құрамына кіретін құрылғы. Сәуле электрондарының кинескоп ішіндегі газ қалдықтарының молекулаларымен соқтығысуы теріс зарядты ион туғызады.

Ондай иондардың соққылауынан кинескоп экраны тез істен шығады. Кинескоптардың кейбір түрлерінде ионды қармау арқылы иондар басқа бағытпен жіберілсе, онда экранды металдандыру арқылы ионның зиянды әрекеттері залалсыздандырылады.

### Иондық лигерлеу

---





**Иондық лигерлеу** (*Иондық имплантация, ионное легирование, ионная имплантация*) — қатты денені қоспалық заттың иондарымен соққылау арқылы оған легирлейтін қоспаларды енгізу.

ШӨ аспаптар мен ИС өндірісінде Иондық лигерлеу көмегімен ШӨ кристалдың немесе оның бір бөлігінің электрооткізгіштігі мен типін өзгертеді; кейбір оптоэлектрондық материалдарды синтездейді. Иондық лигерлеуді МТШ ИС-ді жасауда жұқа үлдірлі резисторлар номиналын дәлдегенде сәулелік жолдар, фотоқабылдағыштар және т.б. аспаптарды жасағанда кейбір оптикалық материалдардың сыну коэффициентін өзгерту үшін қолданады. Иондық лигерлеу ионды сәулелік қондырғыларда жоғары вакуум ( $10^3$ — $10^4$  Па) жағдайында жүзеге асырылады.

#### Иондық тозандану

**Иондық тозандану** (*Ионное распыление*) — электрондық аспаптар технологиясында қатты денелер бетінің вакуумда оны иондармен соққылаудың нәтижесінде бұзылуы.

Технологиялық процестерге байланысты мұны кейде "*катодтық тозаңдалу*" деп атайды, өйткені оңделетін денеге теріс потенциал беріліп, осы дене бетінің бағытында соққылайтын оң иондардың қозғалысы үдей түседі. Электрондық аспаптар технологиясында Иондық тозандану, негізінен, төсеніш (нысана) бетін ойып-өндеу (тазалау) үшін, сондай-ақ тозаңдатылған нысана затын төсенішке тұндыру жолы мен жұқа үлдірлерді алу үшін қолданылады. Иондық тозандану үшін көбіне инерттік газдардың ( $He^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ar^+$ ,  $Kr^+$ ,  $Xe$ ) 0,1 — 10 КэВ энергияға ие болатын иондары пайдаланылады.

#### Ионды-плазмалық технология

**Ионды-плазмалық технология** (*Ионно-плазменная технология*) — газразрядты төменгі температуралы плазма компоненттерін пайдалану, электронды техникалық материалдар мен бұйымдарды алу және өндірудің жолдары мен тәсілдерінің жиынтығы. Ионды-плазмалық технология ШӨ аспаптар өндірісінде, соның ішінде төсеніштер бетін тазалауда және металдар, ШӨ немесе диэлектриктердің жұқа үлдірлерін, ионды-плазмалық тозаңдату, иондық немесе плазма-химиялық тұндыру арқылы салу; топологиясы белгілі ИС-ны алу үшін жұқа үлдірлерді иондық және ионды-сәулелік ойып өндеу және т.б. жиі қолданылады.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

**Ионды-сәулелік тұндыру** (*Ионно-лучевое осаждение*) — энергиясы төмен ( $5—100$  эВ) иондардың фокустелген шоғы көмегімен төсеніш үстіне металдар, шалаөткізгіштер немесе диэлектриктер үлдірлерін салу.

Ионды-сәулелік тұндыру кеңістікте күрделі жылжытулар жасамай-ақ көлемді денелер бетіне үлдірді бір қалыпты салуға, төсеніштің қалыпты температурасында эпитаксиаль қабаттарды өсіруге, тығыздығы жоғары үлдірлерді алуға мүмкіндік береді.

Қолданылуы: *Cds*, *CdTe*, *CdSe* типті және т.б. қосылыстардың үлдірлерін алу және олардың негізінде фотоқабылдағыштарды, күн батареяларын, акустоэлектрондық құрылғыларды жасау.

## Ионолитография

---

**Ионолитография** (*Ионды-сәулелік литография*, ИЛ) — кескінді жеңіл элементтерді (мысалы,  $He^+$ ,  $O^+$ ,  $N^+$ ,  $Ar^+$  және т.б.) иондар шоғымен тасымалдауды іске асыратын литографияның қазіргі жаңа түрі.

ИЛ-ның екі әдісі бар: *сканирлейтін* ИЛ, *проекциялық шаблонды* ИЛ. Фокустелген сәулесі бар сканирлейтін ИЛ сканирлейтін электронды литографияға ұқсас. Мұнда пластина үстіне тікелей суретті көшіріп түсіретін қондырғылар қолданылады. Осындай қондырғыша бастаудан шығатын иондар линзалар жүйесінің көмегімен резистпен жабылған пластинаға фокустеледі. Жарықтандыру кезінде фокустелген сәуле дәл берілген орынға түсіріліп, электростатикалық ауытқытатын жүйе көмегімен пластина бетінде кішкене аудан бойынша сканирленеді.

Аумақ шеттеріндегі сәуле қимасының ұлғаюынан сканирлеу ауданы шектелген ( $1$  мм<sup>2</sup>-тан аспайды). Пластинаның толық бетіне кескіндеу әрбір аумақта орналасқан арнайы белгілерді сәйкестендіру арқылы жүзеге асырылады. Осы литография өлшемдері  $0,03—0,3$  мкм болатын шағын элементтерді жасау үшін қолданылады.

Шаблоны бар проекциялық ИЛ резистпен жабылған пластинадан аз қашықтықта орналасқан шаблонды коллимацияланған сәулемен жарықтандыруға негізделген. Шаблонда орналастырылған иондарды жұтатын үлдірдегі тесіктер топологияның жарықтандырылатын пішін үйлесімін (конфигурациясын) анықтайды. ИЛ рентгенолитографияға ұқсас, екі әдісте де фокустелмеген сәулелендіру көздері мен бірдей шаблондар қолданылады.

## Ионорезист

---

**Ионорезист** - энергиясы  $30$  КэВ-тен бірнеше МэВ-ке дейінгі жеңіл элементтер ( $H^+$ ,  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $Ar^+$ ) иондарының әсеріне сезімтал болатын сұйық резист.

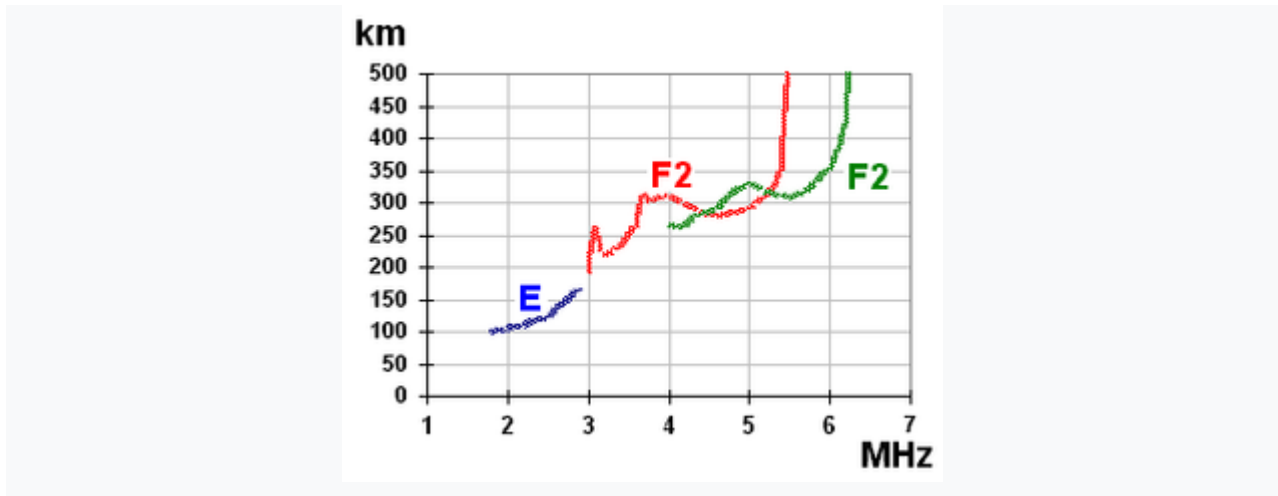
Ионорезист ионолитографияда қолданылады.

Ионорезистпен қалыптастырылатын қабаттың қалыңдығы  $0,1—0,6$  мкм. Позитивті Ионорезисттің негізі полиметакрилат пен полисульфондар туындылары; негативті Ионорезисттің негізі полакрилат, полистирол, полидиендер.

## Ионосфера

---

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ



**Ионосфера** - 60-80 км биіктіктен басталатын, жер магнитосферасының жоғарғы бөлігін қамтитын атмосфера қабаты. Бұл қабатта күн радиациясының ультракүлгін, рентген және ғарыштық сәулелердің әсерінен атмосфералық газдар молекулаларының ыдырауынан газдардың иондану, электрондардың шоғырлану дәрежелері аса жоғары болады.

Радиотолқынды шағындыру қасиетін пайдаланып, тәжірибе арқылы ионосфераның төрт қабаттан тұратыны анықталған: **D** қабаты (60—80 км), **E** қабаты (80-120 км), **F** қабаты (220-400 км). Бұл қабаттар жыл бойы және тәулік бойы өзгеріп отырады. Мысалы, D қабаты бір орында тек күндіз пайда болады да, түнде жойылып кетеді. F қабаты таңертен минимум шегінде болса, күннің екінші жартысында максимум шегіне жетеді. Жазда ол F1 және F2 қабаттарына бөлінеді. Сондықтан бір толқын арқылы белгілі бір қашықтықтағы пунктпен уақыт бойынша тұрақты байланыс орнату мүмкіндігі өте төмен болады. Сондай-ақ, орта толқынның D қабатында жұтылу дәрежесі жоғары болғандықтан, бұл толқында күндіз радиохабарды тарату тиімсіз. Арнайы институттар немесе зертханалар алдын ала зерттеу жұмыстарын жүргізу арқылы жер бетінің қай аумағында қандай толқынның қай мезгілде, қандай дәрежеде таратылатынына болжам жасап, мүдделі орындарға тиісті ақпараттар таратып отырады.

## Бақылау сұрақтары

1. Ион деген не?
2. Ион тозаңдану деген не?
3. Иондық лигерлеу деген не?

## 16 Тақырып Ақпаратты бейнелеуге арналған аспап

Энергетика шаруашылығы көп өндірістік кәсіпорындарының негізгі жүйесі болып саналады. Себебі, энергетиканың арқасында энергетикалық күрделі процестер және өндірістік технологиялық түрлендірулер жасалады. Энергетиканың басты және негізгі міндеті - кәсіпорындарды, түрлі шаруашылықтарды және мекемелерді, жеке тұрғындарды, оқу және ғылыми институттарын электр энергиясымен қамтамасыздандыру болып саналады. Сондықтан да энергетикалық есептеудің келесі мәселелерге мәні зор:

- энергоресурстарды шығындау мен өзіндік нарқын анықтау;
- кәсіпорын ішінде шаруашылық есеп жүргізу;
- шығындалған энергия үшін сыртқы мекемелермен есеп айырысу;

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

- энергетикалық бақылау мен энергетикалық баланс құру.

Энергоресурстарды есептеуге және санауға қажетті ақпараттарды алу үшін түрлі–түрлі әдістер мен тәсілдер, түрленгіштер мен құрылғылар қолданылады. Соның ішінде басты тәсіл болып электр параметрлерінің шамасын өлшеу болып саналады. Тек қана соларды өлшеу нәтижесінде энергоресурстарды есептеу, не бақылау және басқару үшін керекті ақпараттарды аламыз.

Өлшеу – физикалық құбылыстар мен процестердің шамалары туралы сандық ақпарат алудағы негізгі тәсіл. Жаңа машина және апаратты жасағанда, не қиын технологиялық өндірістік процестерді жүргізгенде көп физикалық шаманы өлшеуге тура келеді. Бұған көбісіне бейэлектрлік шамалар жатады, олар механикалық, жылулық, химиялық, оптикалық және акустикалық болып бөлінеді. Кәзіргі кезде бейэлектрлік шамаларды түрлендіру және өлшеу үшін электрлік әдістер мен тәсілдер, аспаптар мен құралдар көп қолданады. Себебі, олардың қолдануда келесі ерекшеліктері және оңтайлықтары бар:

1. Олардың сезімталдығын (чувствительность), не өлшеу ауқымын (диапазон) оңай өзгертуге болады.
2. Жиілік ауқымы кең болғандықтан олардың инерциясы аз болады.
3. Алыстан өлшеу, бірден көп не әртүрлі шамаларды өлшеу, топтастыру не орталықтан оңай басқару.

«Ақпарат» деп, мағынасы адамға түсінікті және қабылдайтын құрылғы оқи алатын бағыттағы нақты хабарды айтады. Автоматтандыру техникасында бұл шамалардың нақты мәні туралы әрі жеке процестердің сипаттамалары туралы хабар болады. Ақпарат жүйе ішінде дереу өңделу немесе есте сақтау құрылғысына алдын ала ендірілу қажеттілігіне қарай әртүрлі тасығыштар мен ақпаратты бейнелеу құралдары пайданылады. Ақпаратты беру және өңдеу үшін электр сигналдары қолданылады. Әртүрлі басқару құрылғылары мен есептеу техникасында ақпаратты сигналды түрлендіру арқылы өндейді.

Ақпараттық өлшеу жүйелерінің (система) құрамына келесі блоктар мен құрылғылар жатады:

- ақпаратты алу мақсатында түрлендіргіш (датчиктер);
- күшейту, түрлендіру (преобразование) мен кодтау үшін күшейткіштер мен түрленгіштер, өлшеу құрылғылары мен құралдары;
- бағдарламалық немесе алгоритмдік математикалық және логикалық (қисындық) құрылғылар;
- автоматтық басқару, өзіндік бақылау, диагностика, коммутация құрылғылары.

Сонымен, ақпараттық өлшеу жүйелеріне (АӨЖ) тұтынушыға керекті ақпаратын қамтамасыз етіп отыратын, функционалды түрде ақпараттық арнаға біріктірілген, метрологиялық параметрлері алдын–ала анықталған өлшеу құралдары мен қосымша техникалық құралдар жатады. Демек, энергообъектілердің жұмыстық параметрлері әр

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

уақытта бақыланып және керекті шамада сақталынып отыру керек. Сонымен, бақылау және энергообъектілерді басқару процестерін орындау тек қана ақпараттық өлшеу жүйелерінің негізгі міндеті болып саналады.

Өлшеуіш ақпарат – өлшейтін объект және өлшеу процесстері туралы өлшеу арқылы алынған дербес хабар. Алғашқы ақпараттың негізінде өлшеу процесі орын алады.

Өлшеу – зерттейтін параметрдің мөлшерін табудағы метрологиялық оператордың жұмысы. Бұл параметрлерді физикалық шама (ФШ) деп атайды.

Өлшейтін шама бір – біріне сәйкес келетін әдістер мен өлшеуіш құралдардың арқасында өлшем бірлігімен (ӨБ) салыстырылады. Өлшем бірлігі халықаралық келісіммен әр физикалық шамаға тұрақты өлшемде белгіленген және оның сандық мәні бірге тең. Физикалық шаманы өлшегенде соған сәйкес өлшем бірлігімен салыстырамыз. Өлшенген ФШ ның өлшем бірлігіндегі үлесін, не одан қанша есе аз не көп екенін білу үшін милли, микро, кило, мега және т.б. деген қосымша жұрнақ қолданылады.

Өлшеу процесінің ғылыми негізі болып метрология саналады. Метрология – өлшеу туралы ғылым, оның техникасы және өлшеуіш құралдарды қолдану, онан кейін, өлшемдердің біркелкілігін ұйымдастырып, заң жүзінде сақтау.

ҚР «Өлшемдердің біркелкілігі туралы» заңы өлшеу процестердің сапалылығын көздейді: оның тұрақтылығын және әр өлшеу нәтижесі бір біріне сәйкес келуін сақтайды. Сонымен, өлшеу процестердің басқы әдістері және тәсілдері. метрологиялық жұмыстың іргесін қалайды. Әдетте, метрологиялық жұмыс халықаралық түрде стандартталған. Ол үшін мынандай ұйымдар бар:

МКТИ – техникалық өлшеуден халықаралық конференция; МОЗМ – заңды метрологиядан халықаралық ұйым. Осы ұйымдардың кепілдемелерінің қоятын басты мақсаты: өлшеу нәтижелері өлшем бірлігімен белгілену керек және өлшеу қателіктерінің мәні де көрсетілуі керек.

Ақпараттық өлшеу техникасы метрологияның тәжірибелік және қолданбалы түріне жатады. Ақпараттық өлшеу техникасының (АӨТ) басты міндеті болып өлшеуді жүргізу және оны бағалау, өлшеудің тәсілдері мен құралдарын практикалық қолдану болып саналады. АӨТ екі топқа бөлінеді: бірінші, жұмыстық (өндірістік) өлшеу техникасы, екінші, үлгілі (нақты, лабораториялық) өлшеу техникасы. Сөйтіп, ақпараттық өлшеу техникасы өлшеу процесіне қатысты барлық теориялық және тәжірибелік мәселелерді тегіс қамтиды.

Өлшеу процесі оператормен (бақылаушымен) келесі функциялық сұлбамен жүргізіледі.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ



1.1 Сурет. Өлшеу процессінің функциялық сұлбасы

Көрсетілген әрекеттердің (операциялардың) неге керек екенін және неге жататынын көрсетейік.

Өлшейтін объект – электростанция, қосалқы станция, таралу құралғылары, генераторлар (өндіргіш), қозғалтқыштар (двигательдер).

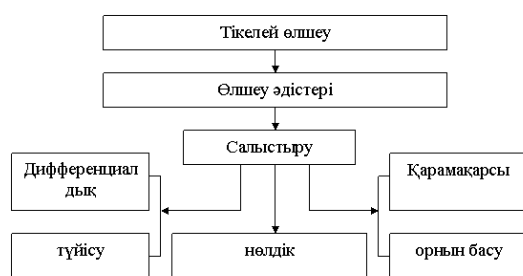
Өлшенетін физикалық шама – электр тоғы, кернеу, қуат, электр энергиясының шығыны, жиілік.

Өлшеудің әдісі – белгілі кепілдеме жүзінде, қолдану тәжірибесіне және оператордың тәжірибесіне сәйкес алынады.

Өлшеу құралы – қолданылатын әдіске байланысты, құралдың табылуына және өлшеу жағдайына сәйкес алынады.

Өлшеу қателігі – теориялық және тәжірибелік есептеу әдістеріне байланысты.

Өлшеу нәтижесі – халықаралық стандарттармен салыстырылады. ФШ өлшеу кең ауқымда (диапазон) өзгереді. Мысалы, энергетика объектілеріне кездесетін электр кедергісі Омның мыңнан бір бөлігінен тераОмға дейін өзгеруі мүмкін. Ең көп тараған өлшеу әдісі – тікелей өлшеу әдісі болып табылады. Келесі суретте өлшеу әдістері көрсетілген.



1.2 Сурет – Өлшеу әдістері сұлбасы

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

Тікелей өлшеу әдісін қолданғанда физикалық шама бірден өлшеуіш құралдың көрсеткішінен өлшенеді. Салыстырмалы әдісте: физикалық шаманың мәні белгілі өлшеммен салыстырылады. Көпке белгілі салыстырмалы әдіс – нөлдік әдіс.

Өлшеу құралдары мына түрлерге бөлінеді:

1. Өлшемдік құралдар – бұл физикалық шаманы бірден табатын құралдар.
2. Өлшеу құралдар, аспаптар – олар аналогтік, цифрлық, өзі жазатын, интегралдық болады. Бұлар өлшеу нәтижесін бірден береді, оны, оператор бірден байқайды.
3. Өлшеуіш түрлендіргіштер – масштабтық, бір ФШ екіншіге айландырады. Бұл құралдар ФШ-лардың шығыс параметрін кіріс параметрлеріне пропорционал жасайды.
4. Өлшеуіш қондырғылар – алдынала белгіленген өлшеу әдістерімен өлшеу құралдарының жинағы.

Басқарылатын не өлшейтін объекті мен өлшеуіш жүйелердің шығыстық құрылғылары арасында әрқашан физикалық шама – электр сигналы тектес өлшеуіш түрлендіргіштер болады. Осындай түрленгіштерді түрлендіргіш датчиктер деп атайды.

Электрондық есептеу машинасын пайдаланатын автоматтық жүйелерде ақпаратты беру және өңдеу негізінен «1» және «0» электр сигналдарының комбинациясының дискретті жиынтығы түрінде өтеді. Бұл жағдайда алдымен физикалық шама электр кернеуіне, содан кейінгі кезеңде сигналдардың дискретті жыйынтығына түрленеді. Сонымен, түрлендіргіш датчиктер физикалық шаманы бір мәнді байланысқан электр (не басқа) сигналына түрлендіреді. Олардың мынандай түрлері болады: механикалық (күштік, сығу-созу); электрлік; магниттік; электромагниттік (сәулелену); гравитациялық; жылулық.

Барлық түрлендіргіш датчиктер қызмет принципі бойынша параметрлік не генераторлық деп екі топқа бөлуге болады. Бірінші топқа өлшенетін шаманың мәні электр тізбегінің параметрлеріне, яғни кедергіге, индуктивтікке, сыйымдылыққа түрленетін түрлендіргіш датчиктер жатады. Бұл жағдайда қосымша қоректендіру көзі қажет. Генераторлық түрлендіргіш датчиктерде әртүрлі энергия тікелей электр энергиясына түрленеді.

Түрлендіргіш датчиктердің статикалық сипаттамасы деп, өлшенетін ( $x$ ) шамамен түрлендіргіш датчиктің шығысындағы сигналдың ( $y$ ) арасындағы  $y=f(x)$  функционалдық тәуелділікті айтады.  $F(x)$  функциясын түрлендіру функциясы деп те атайды. Шығыстық  $y$  шамасының аз өсімшесінің кірістік  $x$  шамасының аз өсімшесіне қатынасын түрлендіргіш датчиктің сезімталдығы деп атайды:  $S=\Delta y/\Delta x$ . Түрлендіргіш датчиктің сезгіштік деңгейі деп, оның шығысында сигналдың өзгерісі ( $\Delta y$ ) пайда болуына сәйкес келетін түрлендіргіш датчиктің, кірісіндегі шаманың ( $\Delta x$ ) аздаған өзгерісін айтады. Сигналдың деңгейлік өзгерісі деп ( $\Delta y$ ), шығыстық сигналдың керекті аспаптар арқылы тіркеуге жарайтын ең кіші мәнін айтады. Түрлендіргіш датчиктің деңгейлік сезімталдығы сигналды өңдейтін электр түрленгіштердің не тіркеуіш аппараттардың техникалық сипаттамаларына сәйкес болуы керек.

## Бақылау сұрақтары

1. Энергетикалық есетеулерде қандай мәселелер бар?
2. Өлшеу процессінің функциялық сұлбасын түсіндір

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

3. Өлшеу деген не?

4. Өлшеу құралдары қандай түрлерге бөлінеді:

## 17 Тақырып Интегралдық микросұлбалар

Конструктивті – технологиялық белгілері бойынша интегралдық микросхемалар жартылайөткізгіштік (монолитті), пленкалық, гибридтік және бір-бірімен сыйысқан ИМС-тар деген кластарға бөлінеді.

Жартылайөткізгіштік ИМС-тарда барлық элементтер жартылайөткізгіш технологиялық операция процесінде ортақ жартылайөткізгіш астарлық қабаттың (кремнийдің кристалы) үстінде жасалынады.

Пленкалық интегралдық микросхемаларда барлық элементтер диэлектриктен жасалған табанның (пассивті астарлық қабат) үстіне жұқа қабыршық болып жапсарылады. Қалың пленкалы және жұқа пленкалы ИМС-тар бар.

Гибридті ИМС-тарда пассивті элементтер (резисторлар, конденсаторлар) диэлектрлік астарлық қабаттың үстіндегі жұқа пленка (қабыршақ) түрінде жасалып, ал активті элементтер (диодтар, транзисторлар) жеке-жеке өте кішкентай көлемді (микроминиаторлы) жасалып, схема тұрған платонның үстінен орын алады.

Бірімен-бірі сыйысқан ИМС-тарды жартылайөткізгіш және пленкалық микросхемалардың технологиясы негізінде жасайды, яғни транзисторлар мен диодтарды жартылайөткізгіштік ИМС-тардікіндей жасап, ал пассивті элементтер мен өзара қосылыстарды пленкалар түрінде астарлық қабаттың үстіне салады.

ГОСТ 17021-75 бойынша, бір микросхеманың корпусының ішіндегі элементтердің санына байланысты алты дәрежелі интеграция бар:

бірінші дәрежелі – 1-ден 10-ға дейін,

екінші дәрежелі - 10-нан 10 –ге дейін,

үшінші дәрежелі -                      дейін,

төртінші дәрежелі -                      дейін,

бесінші дәрежелі -                      дейін,

алтыншы дәрежелі -                      дейін элементтер санынан тұрады.

Көбіне 100-ден артық элементтері бар интегралдық микросхемаларды үлкен интегралдық микросхемалар (орысша қысқаша БИС) деп атайды.

Сонымен интегралдық микросхема дегеніміз біркелкі технологиялық циклда, бір бүтін көлемде немесе жартылайөткізгіш кішкентай кристалдың үстінде біртұтас жасалған, активті және пассивті элементтерден, оларды қосатын және қосылғыш элементтерден тұратын функционалдық (күшейткіштік, түзеткіштік, генераторлық және тағы басқалары)



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

түйін. Жартылайөткізгіштік микросхемаларды жасау үшін диаметрі  $30\div 60$  мм, жалпақтығы  $0,25; 0,4$  мм болатын кремнийдің монокристалды пластикаларын қолданады. Бір пластинкада бірден саны көп  $/300\div 500\text{-дей}/$  бірдей функционалдық структуралар (элементтер мен өзара қосылғыштар тобы) группалық әдіспен істеледі.

Жартылайөткізгіштік микросхеманың элементтерін қалыптастыру үшін, яғни транзисторларды, диодтарды, резисторларды дайындап бірімен-бірін қосып немесе бірімен-бірін изоляциялап схема құру үшін мынандай технологиялық процесстерді қолданады:

- 1) кремнийді тотықтыру;
- 2) фотолитография,
- 3) диффузия,
- 4) эпитаксиальды өсіру;
- 5) металлизация.

Бұл процесстердің әрқайсысын жеке-жеке қарайық.

1) Кремнийді тотықтыру. Жартылайөткізгіштік интегралдық микросхемаларды өндіруде, диэлектрлік, қорғайтын және маскалайтын (кірме атомдардың жергілікті диффузия процессін жүргізгенде кейбір жерге кірме атомдарды өткізбейтін маска ретінде қолданатын) қасиеттері бар кремнийдің қос тотығы маңызды рөл атқарады.

Кремнийден жасалатын интегралдық микросхемаларды планарлық технологиямен дайындаған кезде әртүрлі тотықтырғыш ортадағы: құрғақ және ылғалды оттегіде, немесе судың буында жоғары температурада кремнийдің тотығу процессі жүргізіліп, оның тотығы алынады.

2) Фотолитография. Микросхемалардағы элементтердің берілген орналасу реті мен конфигурациясын сақтап жасау үшін фотолитография әдісін қолданады. Астарлық қабатта схема суретінің көшірмесін алу үшін алдымен схеманың фотооригиналын жасайды, осыдан кейін фотошаблон дайындалады. Фотооригинал дегеніміз - өте үлкен дәрежелі дәлдікпен үлкейтілген масштабта ( $100:1, 200:1, 500:1$ ) микросхеманың структурасының әрбір қабатының конфигурациясын көрсетіп, әдейі арнап жасалған чертеж. Фотошаблон дегеніміз - өте жоғары дәлдікпен  $1:1$  масштабта мөлдір материалға фотосуретке түсіру арқылы жасалған фотооригиналдың негативтік немесе позитивтік бейнесі. Фотошаблондарды дайындау үшін айырғыштық қабілеті  $1$  мм-де  $1200$  сызыққа дейін жететін фотопластикалар мен жоғары айырғышты оптика қолданылады. Соңғы уақытта элементтің өлшемі  $0,7\div 0,4$  мкм микросхемалар бар.

3) Диффузия. p-n өткелдерін алу үшін жартылайөткізгішке кірме атомдар кіргізетін әдіс ретінде диффузия маңыздылығы бойынша бірінші орында тұрады. p-n өткелдерінің қасиеттеріне микросхемалардың негізгі сипаттамалары тәуелді болғандықтан, ал p-n өткелдерінің қасиеттері диффузия арқылы жартылайөткізгіштерде пайда болатын кірме атомдардың роналасуына байланыстырылғаннан, диффузияға мынандай өте қатты талаптар қойылады, кіргізілген кірмелердің саны мен орналасуы, температура мен кіргізу уақыты өте қатаң қадағалануға тиіс.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

4) Эпитаксия. Эпитаксия деп кристалл торының құрылысы, астарлық қабаттың құрылысын (структурасын) қайталайтын жартылайөткізгіш жұқа қабаттардың бағдарлап, жалғаса өсу құбылысын айтады. Жартылайөткізгіш жұқа қабаттардың (пенкалардың) эпитаксиальдық жалғана өсуі, кірмелердің диффузиясымен бірге жартылайөткізгіштік микросхемалардың транзисторлық структураларын алуға қолданылады.

Жартылайөткізгіш интегралдық технологиясындағы пенкаларды эпитаксиальды жалғаса өсіру әдістерін пайдаланудың мынандай бірқатар жақсы жақтары бар:

а) анықталған бағдарлы кристаллографиялық осьтері бар монокристаллдық жұқа қабыршақты жартылайөткізгіштерді алу мүмкіндігі;

б) жәй диффузияға қарағанда жақсы сипаттамалары бар транзисторларды алу мүмкіндігі;

в) пенкалардағы кірмелердің бірқалыпты орналасу мүмкіндігі (кірмелер диффузиясында бұл іс жүзінде тіпті мүмкін емес);

г) транзисторлық структураларды дайындап алу операциясының уақыттың қысқаруы (эпитаксиальдық пенкалардың өсу жылдамдығы өте жоғары, 5 мкм/мин 1270°С температурада).

5) Металлизация. Микросхемалардың планарлық структурасында схема аралық қосылыстар қостотықты кремнийдің изоляциялық қабатының үстіне салынған металл пенкалар арқылы жасалады. Схема аралық қосылыстарды құру процессі металлизация деп аталады. Ол үшін алтын, никель, қорғасын, күміс, хром, алюминий сияқты металдар пайдаланылады. Өткізгіштер мен контактық аудандардың керекті суреті фотолитография әдісі бойынша жасалады. Өткізгіштердің жуандығы мен олардың ара қашықтықтары 10÷13 мкм.

## 4.1. Интегралдық микросхемалардың пассивті, активті элементтері.

Енді микросхемалардың пассивті және активті элементтерінің жасалу технологиясына байланысты кейбір ерекшеліктері мен құрылымдарын қарап өтейік.

Бұларға резисторлар, конденсаторлар, индуктивтік катушкалар және схема аралық қосылыстар жатады.

Жұқа пенкалы ИМС-тарда резисторлар өткізбейтін табанның (астарлық қабаттың) үстіндегі екі контактінің арасына салынған жолақшадан немесе белгілі конфигурациялы пенкадан тұрады.

Резистордың кедергісін пенканың геометриялық өлшемдерін (енін, ұзындығы және жуандығын) өзгертумен қатар, пенканың материалын басқа материалмен ауыстырып та өзгертуге болады.

Металл пенкалы резисторларды нихромның, танталдың нитридының буларын тұндыру арқылы немесе керметтер деп аталатын металдар мен диэлектриктердің қоспасын жасайды. Керметтерді қолдану арқылы жоғары үлестік кедергілі резисторды жасауға

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

болады. Оларды астарлық қабатқа хром мен кремнийдің монототығының буларын бірден қатар тұндыру арқылы алуға болады.

Монолитті (біртұтас) ИМС-тарда резистордың ролін, соның ішкі көлемінде монолиттік ИМС-тағыжасайтын монокристалл жартылайөткізгіштің жеке ауданының көлемдік кедергісі атқарады. Бұл жағдайда кристалл астарлық қабат болып табылады.

Көбіне резисторларды, резистордың зонасын шектеген маска арқылы кірмелерді жергілікті диффузия жасау жолмен алады. Бұл процессте астарлық қабатта бірден осыған сәйкес транзисторлардың базалық және эмиттерлік қабаттары пайда болады. Осы диффузия технологиясымен жасалған резисторлар диффузиялық деп аталады. Бұл резисторлар базалық диффузия процессі жүріп жатқан уақытта жасалынады, яғни барлық транзисторлардың базалық қабаттары жасалып жатқан кезде олармен бірге бір уақытта істеледі.

Атап өткен жөн, ИМС-тарды жасағанда әрбір стадияда, әрбір кірменің (донорлық немесе акцепторлық) түрінің екі этапты диффузиясы жүргізіледі. Осындай диффузия процессі кезінде жартылайөткізгіштің үстінде тотық қабат пайда болады, бұл қабат келесі диффузияда (ИМС транзисторларының эмиттерлерін жасау процессі), бұдан бұрын жасалынған диффузиялық резисторды, оған кірмелердің кіріп кетуінен қорғайды. Содан кейін фотошаблондардың көмегімен фотолитография әдісін қолдана отырып, қышқылмен өңдеу арқылы контакт болатын жерлерден тотық қабаттар жойылады. Осы пайда болған терезешіктерге вакуумде, резистордың контактары болып табылатын алюминийді тозаңдатып жапсырады.

Диффузиялық резистордың резистордың  $R$  эквиваленттік схемасына, коллекторлық өткелі эпитаксиальды пленка мен астарлық қабаттан тұратын, ал эмиттерлік өткелі резистордың қабаты мен эпитаксиальды пленкадан тұратын транзистор кіреді. Контакттар мен қосылғыш электродтардың кедергісі эквиваленттік схемада  $R_1$  резисторы түрінде көрсетілген. Диффузиялық резисторлардың кедергісі 30 комнан аспайды, жасау қателігі  $10\div 20\%$ . Барьерлік сыйымдылықтар  $C_1$  және  $C_2$ -ның шамалары кішкентай, оларды есептемей-ақ қоюға болады.

ИМС-тарда екі түрлі конденсаторлар қолданылады. Жұқа пленкалы және р-п өткелінің барьерлік сыйымдылығын пайдаланатын конденсаторлар.

Жұқа пленкалы конденсаторлар (56,а-сурет) металл диэлектрик-металл болып үш қабатты структурадан тұрады. Диэлектрик ретінде тантал тотығы  $Ta_2O_5$ , цинк сульфиді  $ZnS$ , алюминий тотығы  $Al_2O_3$  және кремнийдің монототығы  $SiO$  немесе германиидың монототығы  $GeO$  қолданылады.

Кей кездерде конденсатордың астары ретінде, үстінде тотықтандыру әдісімен диэлектрик  $SiO$ -ның қабаты салынған кремниілік астарлық қабат (монолиттік ИМС-тарда) қолданылады. Ал диэлектриктің үстіне содан кейін екінші астар тозаңдатып жасалады.

Осы аталған технологиялық әдістермен үлестік сыйымдылығы  $1000$  пф/мм<sup>2</sup>-қа жететін конденсаторлар жасауға болады. Бұдан үлкен сыйымдылығы бар конденсаторларды жасау мүмкіндігі жоқ болғандықтан көбіне ИМС-тарды конденсаторсыз қалыптастыруға тырысады.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

ИМС-тарды құру жолында индуктивтік катушкаларды жасау көп қиындық тудырады. Қазіргі уақытта кішкентай үлестік кедергісі бар материалды астарлық қабатқа индуктивтік катушка жасайтын жұқа пленка ретінде тұндыру арқылы орындалатын жұқа пленкалық технология қолданылады. Индуктивтік катушканы орамдары жиі орналасқан спираль түрінде жасайды (57-сурет). Индуктивтіктің номинальды шамалары 10 мкГн-ден аспайды. Индуктивтік катушкалардың өлшемдері ИМС-тің басқа элементтерінің өлшемдерінен үлкен болып келеді. Сондықтан да ИМС-тарды индуктивтік катушкаларсыз жасауға ұмтылады.

## Активті элементтері

Жартылайөткізгіш интегралдық микросхемаларда биполярлық және МДП транзисторлар қолданылады. Олар монолиттік технологиямен жасалады және n-p-n тектес транзисторлар пайдаланылады, себебі бұлардың электрлық параметрлері p-n-p түрлеріне қарағанда әлдеқайда жақсы болады.

Эпитаксиальды- планарлық транзистордың жасалу технологиясына тоқталып өтейік. Осы транзистордың жасалу этаптары мынандай:

- 1) n-тектес астарлық қабат тазаланып, жалтырланады;
- 2) оның үстіне эпитаксиальды қабат өсіріледі (қалыңдығы шамамен 15 мкм).
- 3) эпитаксиальдық қабаттың үстіне изоляциялық қабаты салынады;
- 4) тиісті масканы қолдана отырып, химиялық қышқылмен өңдеу және фотолитография әдісімен изоляциялық қабатта «терезе» жасалады;
- 5) осы терезе арқылы диффузияның көмегімен p-тектес кірмелер (көбіне бор) кіргізіледі, осылай база жасалады.
- 6) конструкцияны тегіс тағы  $\text{SiO}_2$  изоляциялық қабатымен жауып тастайды.
- 7) екінші рет химиялық қышқылмен өңдеу және фотолитография әдісін қолдану p - зонасының орталық ауданында жаңа «терезе» ашуға мүмкіндік береді;
- 8) осы «терезе» арқылы диффузияның көмегімен n-тектес кірмелер (ФОСФОР) кіргізіліп, эмиттер жасалады;
- 9) барлық конструкция үшінші рет  $\text{SiO}_2$  қабатымен жабылады;
- 10) эмиттер мен базаның қосылғыштары үшін өте кішкентай ойықтар жасау үшін, үшінші рет фотолитография әдісін қолданамыз.
- 11) осы ойықтарға металл (Al) қабаттар жапсырамыз – бұлар контакттық аудандар болып табылады. Оларға эмиттер мен базаның сыртқы қосылғыштары (электродтары) қосылады. Сол сияқты коллекторлық (астарлық) қабатқа да металлдық қабат жапсырылып, сыртқы қосылғыш сым жалғанады.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Аталып өткен процесстер группалық әдіспен жүргізіледі, сонда бір пластинкада ондаған, жүздеген микросхемалар жасалады, ал әр микросхеманың өзі көптеген транзисторлардан тұрады.

Жартылайөткізгіш микросхемалардың диодтарын биполярлық транзисторларағындай диффузиялық (эпитаксиальдық) қабаттар мен өткелдердің негізінде жасайды.

## Бақылау сұрақтары

1. ГОСТ 17021-75 бойынша, бір микросхеманың корпусының ішіндегі элементтердің санына байланысты неше дәрежелі интеграция бар?
2. Оларды ата
3. Жартылай өткізгіш микросхема процесстерін ата
4. Актив элементтер
5. Эпитаксиальды- планарлық транзистордың жасалу технология этаптарын ата.

## 2 бөлім Генераторлар мен импульсты құрылғылар

### 18 Тақырып Генераторларды сұрыптау. Негізгі параметрлері. Сызықтық тербеліс генераторлары.

Синхронды генераторлар қозғалмайтын статордан үш фазалы орамадан және біріншілік қозғалтқышпен (турбинамен) айналысқа келетін қоздыру жүйесінен тұрақты ток берілетін қоздыру орамды ротордан тұрады.

Ротордың айналу жиілігі  $n$  синхронды машиналарда айнымалы ток жиілігімен  $f$  келесі қатыныста болады

$$n = \frac{60f}{p} \quad (2.1)$$

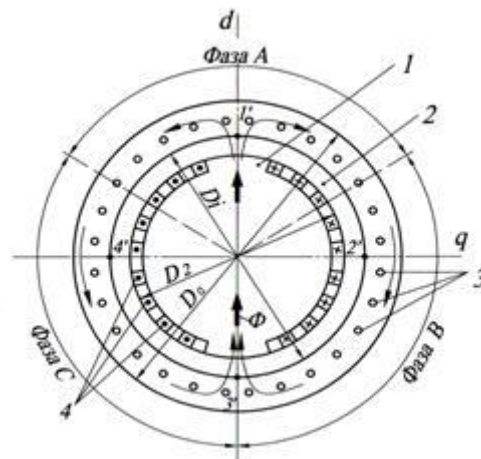
мұнда  $p$  - жұп полюстер саны;  
 $f$  – жиілік.

Жиілігі 50 Гц және  $p = 1, n = 3000$  об/мин тең болады.

Турбогенераторлардың роторлары айқын полюсті емес, қоздыру орамасы ойыққа сәйкесті салынады. Орам айналымының үштен екі бөлігін алады. Сол себепті ротор тек қана салыстырмалы екі өзара перпендикулярлы осьтер  $d$  және  $q$  симметриялы болады, олар сәйкесті машинаның бойлық және көлденең осьтері деп аталады. Бойлық ось шартты түрде ротор центрінен өтеді және ротордың үлкен тісін 2.1. суретінде көрсетілгендей ортасынан бөледі.

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---



1 – ротордың үлкен тісі; 2 – ауалық саңылау; 3 – статор орамының өткізгіштері; 4 – ротор орамының өткізгіштері

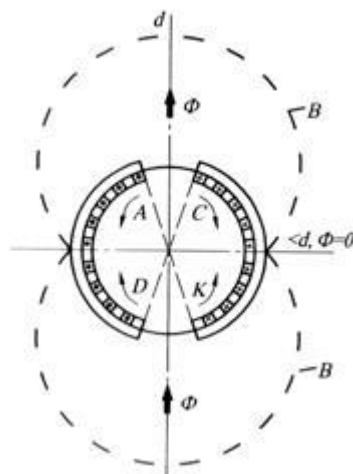
2.1 - сурет  $\Phi$  ағынының генератордың бос жүрісінде орналасуы

Статор орамы ротор сияқты полюстер санымен орналасады. Машинаның жұмысы кезінде қоздырғыштағы тұрақты ток генератордың қоздыру орамынан өтіп, ротормен бірге айналатын магниттік ағынды-  $\Phi$  құрайды. Орналасқан режимде, яғни өзгеріссіз жүктемемен айналу жылдамдығында генератор білігіне әсер ететін моменттер қосындысы нөлге тең болады. Егер қандай да бір себеппен бұл шарт бұзылса, артық момент (айналатын немесе тежеуіштік) пайда болады және айналу жылдамдығы артады немесе төмендейді. Турбинаның айналу моменті өзінің шамасына теңестіріледі, бірақ ол турбогенератордың тежеуіштік момент белгісіне қарсы деп айтуға болады.

Бу турбинының айналу моменті қысымымен, температурамен, қалақшаға түсетін бу көлемімен және конденсатордағы вакуум тереңдігімен анықталады. Турбогенератор білігіндегі тежеуіштік момент статор және ротор арасындағы саңылауға түйсетін магниттік ағынның, өткізгіштегі токпен әрекеттесуінен пайда болады және турбина білігіндегі моментке қарсы келеді.

Турбогенератордың бос жүрісінде магнит ағыны  $\Phi$  осы ротор полюсінің осымен сәйкес келеді. Олардың арасындағы бұрыш  $\delta$  нөлге тең болады. Біліктегі нәтижелік момент соған сәйкесті шамасы артатын активті қуат  $P_r = 0$ .  $\Phi$  осымен ротор полюсі осының  $d$  арасында бұрыштық сырғу жоқ болса 2.2. суретінде көрсетілгендей дөңгелектің орамдық бөлігі теңдей төрт бөлікке бөлінеді.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ



2.2 Сурет - Торапқа қосылған генератордың бос жүріс кезіндегі ротор орамасының өткізгішіне әсер ететін моменттер

Тоқ мәні әрбір өткізгіштерде бірдей, сол сияқты әрбір бөліктегі өткізгіштер саны да бірдей болады. Жеке өткізгіштер әртүрлі магниттік индукция аймағында болады В, бірақ әрбір бөліктегі индукция таралуы бірдей.

Осындай шарттарда әрбір бөлікте жеке сол қол ережесі бойынша түзілген күштеу және білікке келетін моменттер, шамалары бойынша тең және жұпталып компенсацияланады. Біліктегі нәтижелік момент және активті қуат нөлге тең.

Жүктеме кезінде  $\Phi$  ағыны мен  $d$  ось арасында бұрыштық жылжу -  $\delta$  пайда болады.

Жылжу кезінде полюс осьтері  $d$  машинаның магнитті ағынының осьіне қатысты  $\Phi$  нөлден тоқсанға дейін  $90^\circ$  деңгелек ротордың орам бөлігі жұпталған теңдей алты симметриялы бөлікке бөлінеді.  $A$  және  $K$  бөлігінде күштеу қарама-қарсы, ал  $C$  және  $D$  бөліктерінде сағат тілі бағытымен айналуға сәйкес келеді.

$L$  және  $M$  бөліктерінде өткізгіштегі тоқтың бағыты ғана емес, өткізгішке қатысты магнит өрісінің бағыты да әртүрлі болады. Сол себепті бұл бөліктерде күштеу және соған сәйкесті біліктегі моменттер бір бағытта әрекет етеді және қосылады.

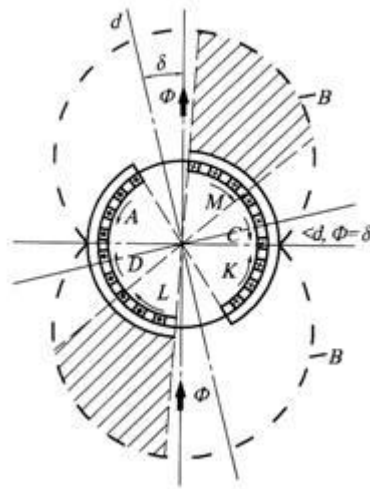
Магнитті ағынның және ротор орамының бұл аймақтары белсенді әрекет ететін болып табылады. Олар білікке нәтижелік момент түзеді және турбогенератордың осы режимдегі активті қуатын анықтайды.

$d$  және  $\Phi$  арасындағы бұрыш үлкен болған сайын, белсенді әсер ететін аймақтар пішіні үлкен болады (2.3 суретте олар штрихталған).

Осыған қоса, бұл бөліктер жоғары магнитті индукция аймағында болады. Нәтижесінде білікке күштеу мен активті қуат артады.

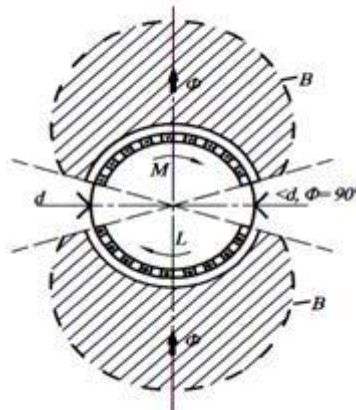
**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---



2.3 Сурет - Жүктелу режимінде генератордың ротор орамдарының өткізгіштеріне әсер ететін моменттер.

90° бұрыштық сырғымада 2.4. суретте көрсетілгендей барлық орам белсенді әрекет етуші болып табылады.



2.4 Сурет - Максималды момент алу шарты

Осыған сәйкес, біліктегі момент пен активті қуат жоғары болады. Одан да жоғары сырғу кезінде белсенді бөліктер пішіні аз болады, біліктегі момент азаяды. 180° сырғу кезінде момент пен қуат нөлге тең. 270° сырғығанда қайтадан максимумға келеді, бірақ кері бағытта әрекет етеді. Полус осьтерімен ағынның арасындағы сырғу 180...360° болғанда турбогенератордың қозғалтқыш режиміндегі жұмысына сәйкес келеді.

### Бақылау сұрақтары

1. Ротордың айналу жиілік формуласын ата



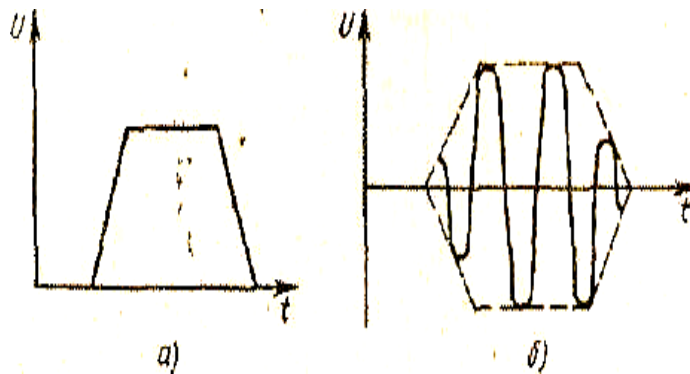
2.  $\Phi$  ағынының генератордың бос жүрісінде орналасуы бойынша құрылысын түсіндір

### 19 Тақырып Импульстар қалыптастырушылар мен импульстар туралы түсінік

1. Импульстік құрылғылар деп импульстік сигналдарды (импульстерді) өндіруге, құрастыруға, түрлендіріге және бұрмалауланған емес беруге арналған құрылғыларды айтады.

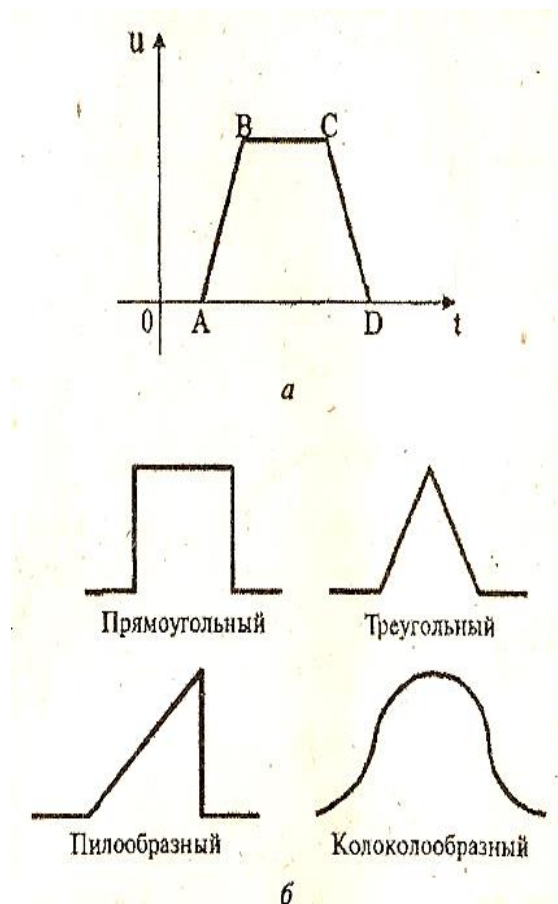
Электрлік импульс дегеніміз әрекет ететін тек қана қысқа уақыт мерзімінде нөлден немесе тұрақты мәннен айырықша болатын кернеу немесе ток. Қысқа уақыт мерзімі электрлік жүйедегі орнатылу процесстердің ұзақтығынан аз немесе салыстырылған. Бір бібінің артынан жүретін импульстер жағдайында әдетте олардың арасындағы мерзімі орнатылу процесстердің ұзақтығынан көп асады. Қарама қарсы жағдайда осы сигналды *синусоидалды емес* кернеу немесе ток деп атайды. Осындай анықтама қатаң деп айтуға болмайды, өйткені өтпелі процесстер шексіз ұзақ өтеді. Бірақ ол жалпы жағдайдағы импульстерді күрделі пішінді кернеуден айыруға мүмкіндік береді.

2. Электрлік импульстердің көп түрлілігін *видеоимпульстерге* (12.1, а суреті) және *радиоимпульстерге* (12.1, б суреті) бөлуге келісілген. Импульстердің осы екі түрінің арасындағы байланысы радиоимпульстің орағытып өтетін видеоимпульс болып табылатындығында. Видеоимпульс толтырылған синусоида жиілігі *толтыры жиілігі* деп аталады. Әдетте видеоимпульстерді және олардың түрлендірілуін қарастырады, өйткені детектирлеуден кейін радиоимпульстер видеоимпульстер болып қалады. Радиоимпульстер көмегімен радиотехникалық тракттарда информацияны беруін жүргізеді. Сондықтан келешекте жай ғана импульстер деп аталған тек қана видеоимпульстер қарастырылады.

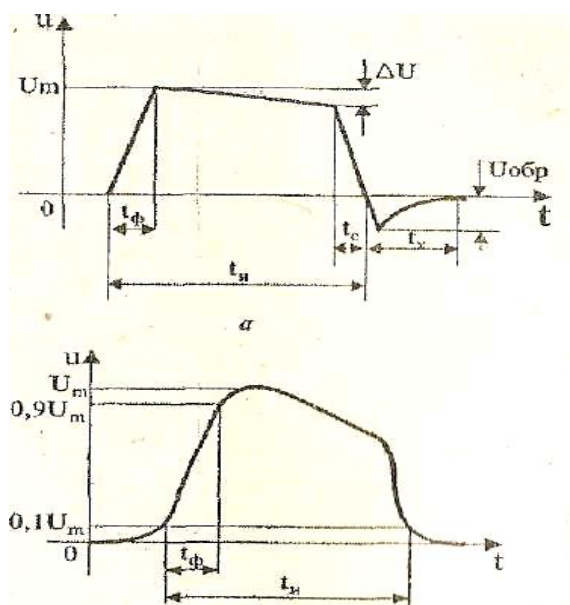


12.1 суреті. Видеоимпульс (а) және радиоимпульс (б)

Әр түрлі тағайындалуы бар импульстік құрылғыларда пайдаланатын импульстер пішіндері әр түрлі. Олардың ең көп тараған түрлері 12.2 суретте көрсетілген.

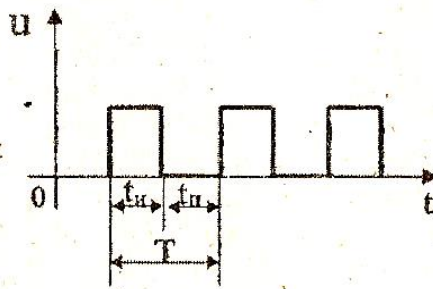


12.2 суреті. Идеалданған импульстердің пішіндері



12.3 сурет-көбірек күрделі және идеалданған импульс

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**



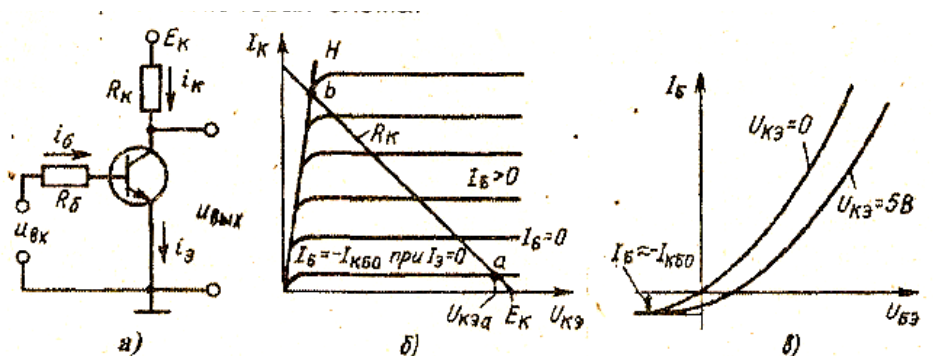
4. Электрондық кілт (ЭК) — бұл электрлік сигналдарды коммутациялауға арналған құрылғы.

Электрондық кілт сандық электроника құрылғылардың және күштік электрониканың өте көп құрылғылардың негізгі элементі болып табылады. ЭК-тің параметрлері және сипаттамалары сәйкес сұлбалардың қасиеттерін өте үлкен деңгейде анықтайды. ЭК параметрлердің және сипаттамаларының сапалық жақсаруы электрондық құрылғылардың радикалды жақсаруына әкеледі және жиі пайдаланатын сұлбалытехникалық шешулерді қайта қарастырумен бірге жүргізіледі.

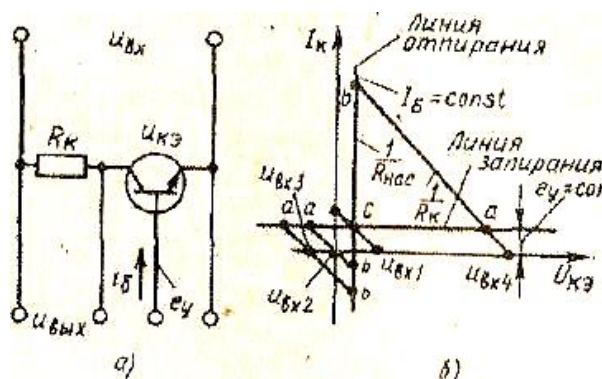
ЭК-тің негізгі ерекшеліктерін білуі импульсті күштік құрылғыларды құрастыру кезінде маңызды шарты болып табылады. Осы білімдер сандық электроника құрылғыларды құрастыру кезінде де көмектеседі.

5. Коммутациялау сигналдың сипаттамасына байланысты электрондық кілттерді сандық және аналогтік деп бөледі. *Сандық кілттер* қоректену көзінің кернеуін немесе тоғын Коммутациялайды және шығарда сигналдың екі деңгейдің алуын қамтамасыз етеді. Бірі деңгей кілттің ашық күйіне, бірі жабық күйіне сәйкес келеді. *Аналогтік кілттер* крнеудің еркін пішіні болатын аналогтік информациянды сигналдардың қосылуын және ажыратылуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар олар қолданатын өлшеуіш құрылғылардың сипаттамалары аналогтік кілттің сигналды беру сапалығына және оның коммутациясы кезіндегі пайда болатын тораптағы кедергілерден тәуелді.

Кілттердің жұмыс істеуін және олардың тәжіребеде қолдануын талдаған кезде келесі параметрлерді білу қажет: 1) кілттің қайта қосу уақытымен сипатталатын *тез әрекеттілік*; 2) оның аймағында кілттің кедергісі лезде өзгереді *шектік кернеуі*; 3) сигналдың минималды құламасы нәтижесінде болатын кілттің тоқтаусыз қайта қосу әрекеті деп түсінетін, *сезімталдық*; 4) электрондық кілттің кедергі импульстерінің әсер етуіне сезімталдығымен сипатталатын *кедергіге бикемділігі*; 5) ашық күйдегі кілттегі *кернеудің түсуі* және жабық күйдегі *жылыстау токтары*; 6) ашық және жабық күйдегі *кілттің кедергілері*.



12.5 сурет- қарапайым кілттің сұлбасы (а), оның шықпалық (б) және кірмелік сипаттамалары (в)



12.6 сурет – аналогтық сигналдарды коммутациялайтын кілттің сұлбасы (а), және транзисторды калыпты қосылғанда оның кірмелік сипаттамалары (б)

### Бақылау сұрақтары

1. Импульстік құрылғылар деген не?
2. Видеоимпульс және радиоимпульс сұлбаларын көрсет
3. Электрондық кілт деген не?
4. Кілттердің жұмыс істеуін және олардың тәжіребеде қолдануын талдаған кезде қандай параметрлерді білу қажет

## 20 Тақырып Мультивибраторлар, бір реттік вибраторлар

Импульстік техникада релакциондық генераторлар класына жататын тікбұрышты импульстардың генераторлары кеңінен қолданылады. Баяу өзгерістер секірмелі өзгерістермен араласып келіп отыратын тербелістерді релакциондық деп атайды. Мұндай тербеліс болып, жекелей алғанда, тікбұрышты және аратәріздес импульстар табылады.

Автотербелістік режимдегі генератор тербелісті үздіксіз генерациялайды. Күту режимінде генератор өтуімен бір импульс жіберетін сигналдың түсуін «күтеді».

Электр тербелісін жүзеге асыратын формасы бойынша тікбұрышқа жақын релакциондық генераторларға мультивибраторлар жатады.

Мультивибраторларды монолиттік интегралдық микросұлбалар түрінде шығарады, операциондық күшейткіштерде, сандық интегралдық сұлбаларда, сонымен қатар дискреттік компоненттерде орындайды; соңғы жағдайда олардың активті элементтері болып әдетте транзисторлар табылады.

### Транзисторлық мультивибраторлар

Тікбұрышты импульстар жиіліктің кең спектріне ие. Бұнымен тербелістердің көпшілігін білдіретін мультивибратордың атауы анықталады.

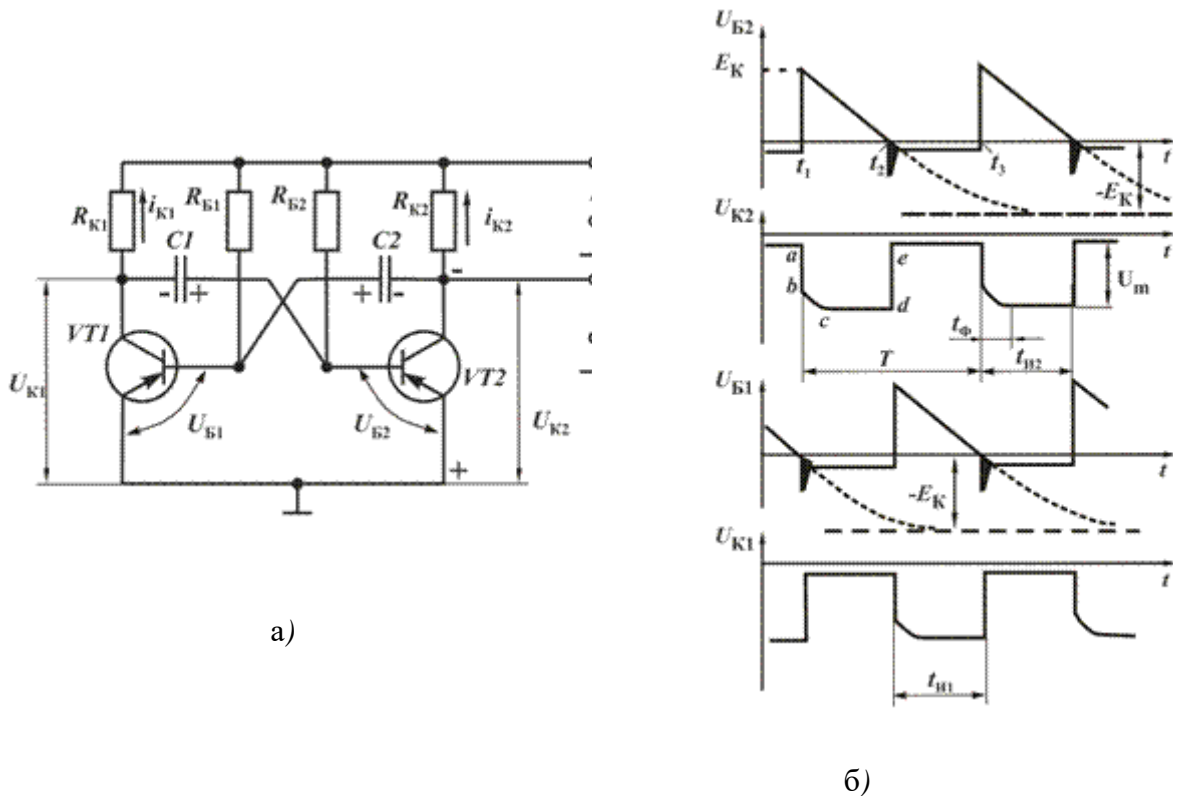
Мультивибратордағы процестер жайлы көрнекілік көріністі олардың сұлбаларын дискреттік компоненттерде қарастырудан алуға болады.

**Автотербелістік мультивибратордың негізгі сұлбасы.** Мультивибратордың әрекеті келесі жағдайларға негізделген. Тікбұрышты импульстар транзистордың коллекторында түзіледі: жазық шың  $\square$  транзистор жабық болғанда және оның коллекторы қатысты түрде өте жоғары (абсолюттік мәні бойынша) потенциалға ие болса; импульстар арасындағы пауза  $\square$  транзистор қаныққан және оның коллекторының потенциалы өте кіші болған кезде. Транзистордың көрсетілген жағдайларының ұзақтылығы сұлбаның периодты түрде зарядталып және зарядсызданатын қабілетке ие конденсаторларындағы кернеулермен анықталады. Импульстың күрделі фронттары оң кері байланыс пен сұлбадағы транзисторлардың күшейткіштік қасиеттерінің есебінен бір жағдайдан

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

екіншісіне көшкін тәрізді өтумен қамтамасыз етіледі; олардың бірігіп әрекет етуі потенциалдың әрбір транзистор электродындағы потенциалы таңбасы бойынша алдыңғысымен сәйкес келетін және оны мәні бойынша асып кетуіне алып келеді.

Негізгі сұлба бойынша жиналған мультивибратор (6.20, а - сурет) транзисторлық кілт-инверторларда тұрғызылған екі каскадтық резистивтік күшейткіш болып табылады.



а □ сұлба; б □ жұмыстың уақыт диаграммалары  
6.20 - сурет □ Автотербелістік мультивибратордың негізгі сұлбасы

Оң кері байланыс сұлбада бір кілттің шығысы екінші кілттің кірісімен байланысатындығының есебінен болады. Егер эмиттерге қатысты VT1 транзисторының базасының потенциалы, мысалға, терісірек болса, онда VT1 коллекторының (және VT2 базасының) потенциалы көбірек оң болады, ал VT2 коллекторының (және VT1 базасының) потенциалы – терісірек болады. Осылайша, потенциалдың біріншілік өсуіне кері байланыстың ілмегі бойынша бастапқы нүктеге түсетін сол таңбаның өсуіне қосылады. Оң кері байланыстың тізбегі тұйықталады және екі транзистор да ашық және күшейткіштік режимде жұмыс жасаған кезде қалыпты жұмыс жасайды.

Мультивибратордағы физикалық процестер. Мультивибратордың жұмысын қарастыруды VT2 транзисторы қаныққан, C2 конденсаторы (оның кернеуінің UC2 полярлығы 6.20, а - суретте көрсетілген) зарядсызданған және ондағы кернеу нөлге жақындаған кездегі сәттен бастап бастаймыз.

UC2 кернеумен транзистор VT1 жабық, себебі сұлба бойынша сол жақтағы қоршау C2 VT1 базасымен тікелей байланысқан, ал оң жақтағысы VT2 қаныққан транзистор арқылы VT1 эмиттеріне қосылған болады. Мұндай жағдайға сәйкесінше UB2=0, UK2=0 уақыт диаграммалары сәйкес келеді (6.20, б - сурет t1 уақыт моментіне дейін).

Түзілген импульстардың әрбір жалғасу периодын кезеңдер қатарына бөлуге болады.

Импульс фронтының түзілуі. C2 зарядсызданатын конденсатордағы UC2 кернеу шамамен нөлге тең болған кезде транзистор VT1 ашылады.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Бірауқытта ашылған транзисторлар кезінде оң теріс байланыстың тізбегі тұйықталады – сұлбада көшкін тәріздес процесс үшін шарт құрылады. VT1 транзисторының ашылуы оның коллекторының теріс потенциалының кемуіне алып келеді. C1 конденсаторындағы кернеу лезде өзгере алмағандықтан бұл кернеудің оң секірмесі толығымен VT2 базасы мен эмиттері арасында қолданылады, бұл оның тізбегіндегі тоқтың азаюын шақырады. Осының нәтижесінде VT1 коллекторының потенциалы терісірек болады – кернеудің теріс секірмесі C2 конденсатор арқылы VT1 транзисторының базасына беріледі, бұл көбірек ашылуға алып келеді және т.б.

Базадағы әрбір кейінгі кернеудің секірмесі алдыңғысына қарағанда үлкен болғандықтан (транзисторлардың күшейткіштік қасиеттерінің есебінен) сипатталған процесс көшкін тәрізді өседі және микросекундтар бөлшегімен саналған аз уақыттың ішінде VT2 жабық болады. Бұл моменттен бастап оң кері байланыстың тізбегі үзіледі және көшкін тәрізді процесс тоқтайды. Сұлба параметрлері VT1 ашылатын транзистор қанығу режимінде болатындай етіп таңдалған. VT2 транзисторының жабылуына UK2 қисығының ab бөлігі сәйкес келеді (6.20, б - сурет).

Көшкін тәріздес процестің кезінде C2 конденсаторындағы кернеу өзгеріп үлгермейді. VT2 транзисторының жабылғаннан кейін ғана бұл конденсатор тізбек бойынша i3 тоғымен зарядтала бастайды: +ЕК □ «жер» □ эмиттер □ VT1 қаныққан транзистордың базасы □ C2 □ RK2 □ (-ЕК). Осының есебінен VT2 коллекторындағы кернеу UK2 = □ (ЕК □ i3RK2) орнатылған мәнге біртіндеп жақындайды (UK2 қисығы bc аумағы сурет 6.20, б көрсетілген). C2 конденсаторы зарядталған кезде (i3=0), коллектордағы кернеу UK2 ≈ □ ЕК мәнін қабылдайды. Осымен импульс фронтының қалыптасуы аяқталады.

Импульстың жазық шыңының қалыптасуы. t1 уақыт моментіне дейін бұрын жабық болған VT1 транзисторының коллекторына байланысқан C1 конденсатор UC2 ≈ ЕК кернеуіне дейін зарядталды (VT2 жабық транзисторының коллекторына байланысқан C2 конденсаторының зарядтылығына аналогты). VT1 транзисторы қаныққаннан кейін бұл конденсатордағы кернеу VT2 транзисторының базасы мен эмиттерінің арасына қойылған болады және оны жабық күйінде ұстап тұрады. Сондықтан да UK2 кернеуі өзгеріссіз қалады - VT2 коллекторында импульстың жазық шыңы қалыптасады.

VT1 қаныққан транзисторында конденсатор C1 тізбек бойынша зарядсыздануға мүмкіндік алады: +ЕК □ «жер» □ VT1 □ C1 □ RB2 □ (-ЕК). Ондағы кернеу нөлге жақын болған кезде VT2 транзисторы ашылады және сұлбада көшкін тәріздес процестер үшін шарт құрылады. Мұнда (t2 кезінде; 6.20, б - сурет) жазық шыңның қалыптасуы аяқталады.

Импульстардың қимасының қалыптасуы. Басталған көшкін тәріздес процесс енді тек қана VT1 коллекторында кернеу абсолюттік мәні бойынша жоғарыласа, ал VT2 коллекторындағы кернеу кему айырмашылығымен ғана сипатталғанға аналогты ағып өтеді. Нәтижесінде VT1 транзисторы жабылады, ал VT2 транзисторы қанығады □ VT2 коллекторында импульстардың қимасы түзіледі (UK2 қисығының de учаскісі 6.20, б - сурет).

Іркіліс. VT2 транзисторының қанығуынан кейін тізбек бойынша C2 конденсаторының зарядсыздануы жүзеге асады: + Ек □ «жер» □ VT2 □ C2 □ RB1 □ (-ЕК) (аналогты түрде сұлбаның сәйкес элементтері арқылы C1 конденсаторы ертерек зарядсызданады). UC2 кернеуі нөлге жақындамайынша VT1 транзисторы жабық болады, ал VT2 транзисторы қаныққан. VT1 ашылғаннан кейін VT2 коллекторындағы кезекті импульстың қалыптасуы басталады. Интервал t2 □ t3 (6.20, б - сурет) □ импульстар арасындағы іркіліс.

Сұлбаның көрсетілген жағдайы (транзистор VT1 жабық, транзистор VT2 қаныққан, конденсатор C2 зарядсыздануда) мультивибратордың жұмысының қарастырылуы басталған жағдаймен сәйкес келеді.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$t_2 \square t_3$  интервалында  $C_2$  конденсаторының зарядсыздануымен қатар келесі тізбек бойынша  $C_1$  конденсаторының зарядталуы жүзеге асады:  $+E_K \square$  «жер»  $\square$  эмиттер  $\square$  база  $VT_2 \square C_1 \square (-E_K)$ . Аналогты түрде  $VT_1$  транзисторы қаныққан кезде, ал  $VT_2$  транзисторы жабық болған кезде  $C_2$  конденсаторы бұрынырақ зарядталды.

Мультивибратордың қарастырылған жұмысынан  $VT_1$  транзисторы қаныққан кезде және  $C_1$  конденсаторы зарядсызданғанда,  $VT_2$  транзисторы жабық болатындығы;  $VT_2$  транзисторы қаныққан кезде және  $C_2$  конденсаторы зарядсызданғанда  $VT_1$  транзисторы жабық болатындығы шығады.

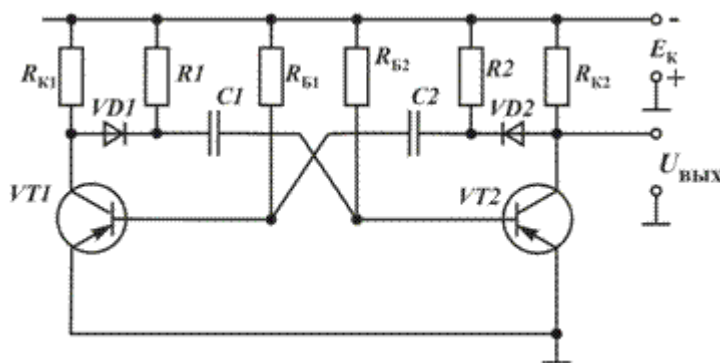
Осылайша,  $VT_2$  коллекторында импульстың қалыптасуы  $VT_1$  коллекторындағы импульстар арасындағы іркіліске сәйкес келеді және керісінше, ал  $VT_2$  базасындағы кемітуші потенциал  $VT_1$  базасындағы нөлдік потенциалға шамамен сәйкес келеді және керісінше. Бұл 6.20, б - сурет көрсетілген, мұнда  $U_{B2}$  және  $U_{K2}$  уақыт диаграммаларынан басқа  $U_{B1}$  және  $U_{K1}$  сәйкес ауытқыған диаграммалары келтірілген.

Конденсатордың зарядсыздануы (мысалы,  $C_1$ )  $VT_1$  транзисторының көшкін тәріздес жабылуының арқасында үзілмесе, онда конденсатор қайта зарядталуы мүмкін еді, яғни ондағы кернеу ( $VT_2$  транзисторының базасында) полярлығын өзгертуі қажет еді және мәнді экспоненциальды жетеді —  $E_K$  (6.20, б - сурет пунктир қисықтар).

Қарастырылып отырған процестердің ерекшеліктері болып сонымен қатар ашылатын транзистордың негізіндегі кері лақтырыс табылады. Осылайша,  $VT_2$  транзисторының ашылуы кезінде (мысалы, 6.20, б - сурет моменті) ол  $VT_1$  жабылатын транзисторының коллекторынан теріс ауытқудың  $C_1$  конденсаторы арқылы беруге негізделген, ал  $VT_1$  транзисторының ашылуы кезінде -  $VT_2$  жабылатын транзисторының коллекторынан теріс ауытқуының  $C_2$  конденсаторы арқылы берумен.

Түзетуші диодпен мультивибратор. Мультивибратордың негізгі сұлбасы (6.20, а - сурет) пішіні тікбұрыштыдан ерекшеленетін импульстарды генерациялайды: теріс импульстың беткі көрінісі жатық болады. Бұл ауытқудың себебі болып  $C$  конденсаторының  $R_K$  резисторы арқылы зарядталуы табылады, осының себебінен коллектор потенциалы  $U_K \approx -E_K$  мәніне біртіндеп жақындайды.

Импульстар пішінінің байқалатын жақсаруын түзетуші диодпен мультивибратор сұлбасы қамтамасыз етеді (6.21, а - сурет).  $C_1$  ( $C_2$ ) конденсаторының зарядының тоғы бұл жерде  $R_{K1}$  ( $R_{K2}$ ) КОЛЛЕКТОРЛЫҚ РЕЗИСТОРЫ АРҚЫЛЫ ЕМЕС, АЛ  $R_1$  ( $R_2$ ) РЕЗИСТОРЫ АРҚЫЛЫ ТҰЙЫҚТАЛАДЫ, БҰЛ  $VD_1$  ( $VD_2$ ) ДИОДЫ АРҚЫЛЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛЕДІ. Бұл сұлбада диодтар (біржақты өткізгіштікке ие) көшкін тәріздес процестердің дамуына қарсы тұрмайды.



а)

а  $\square$  сұлба, б  $\square$  импульс пішіні

6.21 - сурет  $\square$  Түзетуші диодпен мультивибратор



б)

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

VD1 жабық диоды C1 конденсаторының зарядының тоғын RK1 резисторына өткізбейді. Осының арқасында жабық транзистордың коллекторындағы кернеуі сұлбаның аударылуынан кейін негізгі сұлбаға қарағанда -ЕК –ге жылдамырақ жақын орнатылады (6.21, б - сурет). VD2 диодының VT2 транзисторының коллекторындағы түзілген импульстар пішініне әсер етуі аналогты. Одан басқа, сақтайтын конденсаторлардың соңына дейін зарядталуы басқа резисторлар арқылы жүзеге асырылады, сұлба жұмысы (сурет 6.20, а және 6.21, а) ерекшеленбейді.

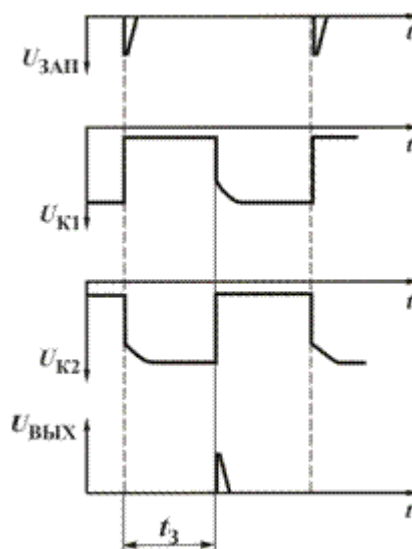
**Күтуші мультивибратор.** Мультивибратордың жұмысының автотербелістік режимі үшін тұрақты жағдайдың болмауы сипатты, осының нәтижесінде сұлба импульстарды үздіксіз генерациялайды.

Кей жағдайда уақыттың белгілі мерзімдерінде дара импульстарды алу қажет. Мұндай мәселені шешу үшін мультивибраторға бір тұрақты жағдайды қамтамасыз ету қажет. Әдетте оның нәтижесінде сұлба мұндай жағдайдан өздігімен шыға алмайтын мультивибратордың иықтарының бірінде күшейткіш элементті жабу арқылы алады. Бұл жағдайда генерацияның пайда болуы үшін сыртқы іске қосушы импульс қажет. Сұлба мұндай импульсты «күтетіндіктен», мультивибраторды *күтуші* деп атайды. Оны сонымен қатар, *біримпульсты* вибратор (әрбір іске қосылуы кезінде тек бір импульс жүзеге асырылады) және *тежелген* мультивибратор деп атайды.

Іске қосушы импульстың мәні жабық күшейткіш элементті сәл ашуға келтіріледі, яғни көшкін тәрізді процестің пайда болуына жағдай туғызу. Сондықтан да іске қосушы импульс белгілі өрістілікке, сонымен қатар сәйкес амплитуда мен ұзақтылыққа ие болуы қажет.

Қалыптасуы кезінде аударылғаннан кейін сұлба тұрақты (бастапқы) жағдайға өздігінен және көшкін тәріздес қайтатын тұрақсыз жағдайда болады, ал содан кейін одан келесі іске қосушы импульспен шығарылады.

Күтуші мультивибраторлар тежеу элементтері ретінде қолданыла алады. Шын мәнінде, егер күтуші мультивибратормен қалыптасқан импульстарды дифференциалдаса, ал содан кейін өрістілігі іске қосушы импульстардың өрістілігімен сәйкес келетін импульстарды қиятын болсақ, онда алынған тізбелілік іске қосушылардың тізбелілігіне қатысты тежелген болып шығады. Тежелу уақыты  $t_3$  мультивибратордың тұрақсыз жағдайына келуіне сәйкес келеді. 6.22 - суретте кернеудің уақыт диаграммалары бейнеленген: транзистор коллекторларында және шығыстық кернеуде шектегіштен кейін іске қосушы.





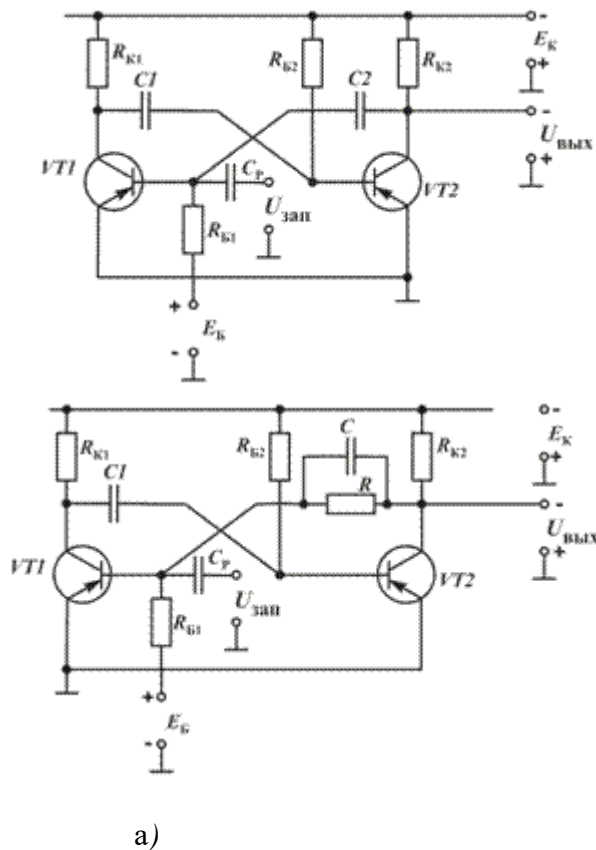
**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

6.22 - сурет □ Кернеудің уақыт диаграммалары

Күтуші мультивибраторлардың бірнеше түрлері бар. Коллекторлық-базалық байланыспен күтуші мультивибраторлар жиірек қолданылады. Мұндай мультивибратордың сұлбасын (6.23, а - сурет) автотербелістік мультивибратордың сұлбасынан алу оңай (6.20 - сурет), егер оған +ЕБ ауытқу көзін енгізсе.

Сұлбаның бастапқы жағдайы бірімәнді: VT1 транзисторы +ЕБ ауытқу көзімен жабылған, VT2 қаныққан. Сонымен қатар C1 конденсаторы келесі тізбек бойынша зарядталу мүмкіндігіне ие: +ЕК □ «жер» □ T2 транзисторының эмиттерлік өтуі □ C1 □ RK1 □ (ЕК1).

Импульсты генерациялау үшін сұлбаны тұрақты жағдайдан шығару қажет. Осы мақсатпен VT1 транзисторының базасына Ср бөлуші конденсаторы арқылы теріс іске қосушы импульс беріледі. Екі ашық транзистор кезінде сұлбаның аударылуына алып келетін көшкін тәріздес процесс дамиды: VT1 транзисторы ашылады, ал VT2 жабылады. Енді C1 конденсаторы (VT1 ашық транзисторы арқылы) VT2 транзисторының базасына қосылған болады және оны жабық жағдайда ұстап тұрады. C1 конденсаторының келесі тізбек арқылы зарядсыздануының (қайта зарядталуының) мөлшері бойынша: + ЕК □ «жер» □ VT1 ашық транзисторы □ C1 □ RB2 □ (-ЕК) □ VT2 транзисторының базасының потенциалы нөлге дейін кемиді және ол ашылады. Осы кезден бастап нәтижесінде VT1 транзисторы жабылатын, ал VT2 транзисторы ашылатын жаңа көшкін тәріздес процесс басталады. C1 конденсаторының зарядкасының аяқталуы бойынша RK1 резисторы арқылы сұлба бастапқы тұрақты жағдайға оралады.



6.23 - сурет □ Коллекторлық-базалық байланыстармен күтуші мультивибратор

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

Берілген сұлбада  $VT1$  транзисторы жабық жағдайда  $C2$  конденсаторының кернеуімен емес, ал  $+EБ$  көзінің кернеуімен ұсталады. Сондықтан да  $VT2$  коллекторының  $VT1$  базасымен байланысын  $R$  резисторы арқылы жүзеге асыруға болады. Мұндай ауыстыру кезінде  $VT2$  транзисторының коллекторынан  $VT1$  транзисторының базасына кернеудің тиімді ауытқуын қамтамасыз ету үшін  $R$  резисторын үлкен емес сыйымдылықты  $C$  конденсаторымен блоктайды (6.23, б - сурет).

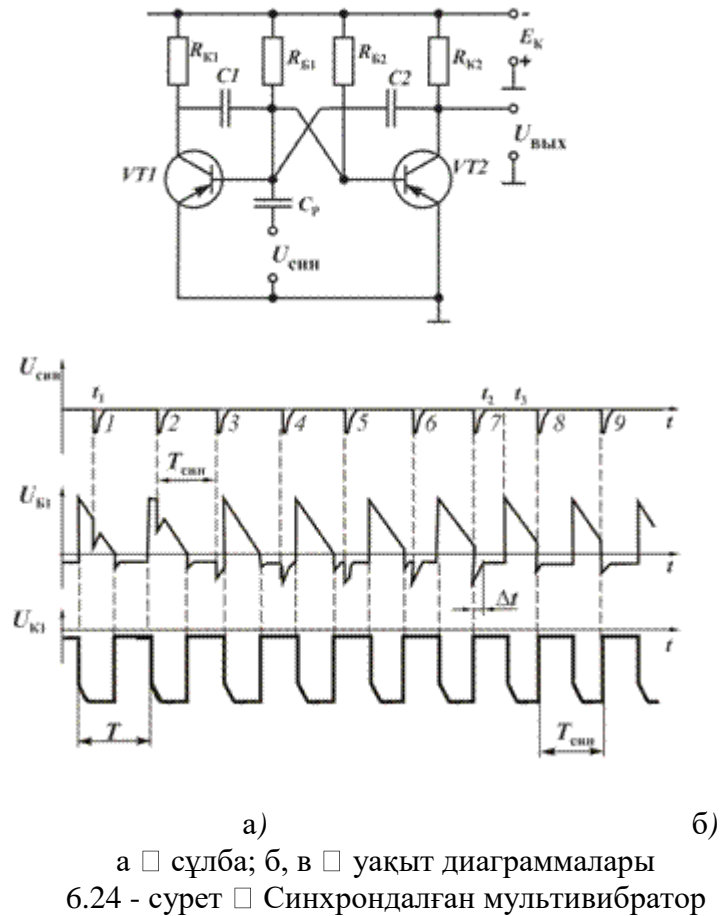
**Синхронды мультивибратор.** Айнымалы кернеудің автотербелістік жүйеге әсері кезінде генерацияланушы тербелістің жиілігі өзгертін және әсер етуші кернеудің жиілігіне тең немесе еселік болатын режим мүмкін болады. Мұндай әсерлі синхронизация деп атайды. Ол бірнеше генератордың жұмысының қатаң уақыттық келісімі үшін қажет.

Қалған барлық генераторлардың жиіліктерін анықтайтын синхрондаушы генератор релакциондық сияқты синусоидальқ тербелістің генераторы болады, әдетте кварцтық тұрақтанумен. Соңғы жағдайда синхронизация синхрондалушы генератордың тербеліс жиілігінің тұрақтылығын жоғарылатады.

Күрделі фронтпен қысқа мерзімдік синхроимпульстарды қолдану синхрондалушы генератор мен синхрондаушы сигналдың қатаң уақыттық келісімін қамтамасыз етеді.

Мультивибратордың негізгі сұлбасының синхрондалуы кезінде жүзеге асқан процестерді қарастырамыз.

Әдетте синхроимпульстар база тізбегіне енгізіледі (6.24, а - сурет). Олардың түсуіне дейін мультивибратор  $T$  периодымен тербелісті генерациялайды. Транзистордың базасындағы оң кернеу одан да үлкен шамаға ие  $t1$  мезгілінде бірінші теріс синхроимпульс түсетін болсын (6.24, б - сурет). Сонымен қатар төмендеген кернеу транзистордың ашылу деңгейінен де жоғары және сұлбаның жағдайы бұрынғы қалпында сақталады:  $VT1$  транзисторы жабық күйінде қалады,  $VT2$  транзисторы  $\square$  ашық, ал  $C2$  конденсаторы зарядсыздануын жалғастырады. Аналогты түрде екінші синхроимпульс та әрекет етеді. Үшінші, төртінші, бесінші және алтыншы импульстар  $VT1$  транзисторы ашық болған кезде оның базасына түседі және сондықтан да сұлбаның аударылуын шақырмайды. Тек қана  $t2$  мезгілінде жетінші импульстың әсерінен  $VT1$  жабық транзисторының базасындағы кернеу нөлден төмен болады және ол ашылады. Пайда болған ток  $iK1$   $VT1$  коллекторының потенциалының жоғарылауын негіздейді. Нәтижесінде  $VT2$  базасына  $iK2$  тоғын кемітетін кернеудің оң секірмесі беріледі және т.с.с.



Осылайша, жетінші синхроимпульс сұлбаның аударылуын оның өздігінен аударылу уақытына қарағанда  $\Delta t$  уақытқа ерте шақырады.

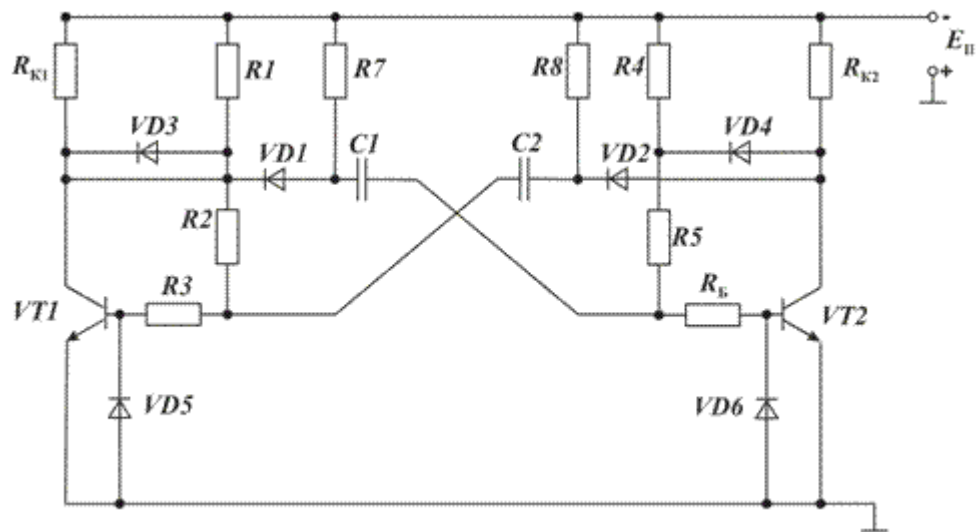
$VT1$  транзисторының ашық жағдайының ұзақтылығы өзгеріссіз қалғандықтан (ол бұрынғысынша  $C2$  жылдамдығымен анықталады) келесі өздігінен аударылатын сұлбалар ( $t3$  кезінде; 6.24, б - сурет)  $\Delta t$  уақытқа ерте жүзеге асады. Нәтижесінде  $VT1$  транзисторының базасындағы кернеу сұлба қайтадан уақытынан бұрын аударылатын сегізінші импульстың түсу мерзімінде төменгі деңгейге жетеді. Аналогты жағдай сұлбада тоғызыншы, оныншы және келесі барлық импульстардың келу кезінде түседі, яғни сұлба синхрондалу режимінде жұмыс істей бастайды. Сонымен қатар,  $VT1$  транзисторының жабық жағдайының ұзақтылығы және тербеліс периоды толықтай алғанда  $t2$  уақытынан бастап түскен синхроимпульстардың жиілігімен анықталады.

Тұрақты синхронизация синхроимпульстардың ілесу жиілігі  $f_{\text{син}}$  мультивибратордың өзіндік жиілігінен  $f$  үлкен болған кезде жүзеге асады. Әдетте  $f_{\text{син}} = (1,2 \dots 1,4)f$

### 6.5.2 Интегралдық мультивибраторлар

Интегралдық автотербелістік мультивибратордың құрылымы (6.25 - сурет) дискреттік элементтердегі сұлбаны қайталайды. Уақыт беруші тізбектердің  $C1$  және  $C2$  конденсаторлары  $\Delta t$  аспалы. Оларды ауыстыра отырып шығыстық импульстардың ұзақтылығын реттеуге болады. Кей жағдайда бұл конденсаторлар микросұлбалардың ішінде орналасады және параллельді аспалы конденсаторларды қосу үшін шығыстарға ие.

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**



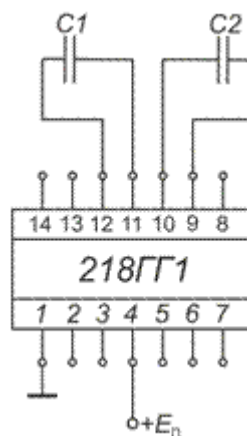
6.25 - сурет □ Интегралдық автотербелістік мультивибратордың құрылымы

$VD1, VD2$  диодтары □ түзетуші. Тағайындалуы бойынша олар  $VD1, VD2$  (6.21, *a* - сурет) диодтарына аналогты. Осылардың арқасында  $C1, C2$  конденсаторларының зарядтық тоғы  $R_{K1}, R_{K2}$  коллекторлық резисторлары арқылы емес, ал  $R7, R8$  резисторлары арқылы жүреді, осымен импульстың алдыңғы фронтының ұзақтығының қысқаруына қол жеткізіледі.

$VD3, VD4$  диодтары және  $R1, R2$  және  $R4, R5$  сәйкес резисторлары транзисторлардың қанығуына қарсы тұратын теріс кері байланыс түзеді және сонымен олардың қайта қосылу уақытын қысқартады.

Сұлбада  $VT1$  және  $VT2$  транзисторларының  $VD5, VD6$  диодтарымен және  $R3, R6$  резисторларымен эмиттерлік-базалық өтуінің қорғанысы қарастырылған.  $R3, VD5$  ( $R6, VD6$ ) элементтері кернеуді бөлгішті құрайды. Коллектордан конденсатор арқылы берілетін теріс ауытқу кезінде диод ашық □ кернеудің үлкен бөлігі резисторда бөлінеді, ал аздаған бөлігі – тура ауытқыған диодта бөлінеді. Бұл элементтер болмаған жағдайда теріс ауытқулар транзистордың эмиттерлік-базалық өтуін бұзады.

6.26 - суретте жиынтығы автотербелістік мультивибраторды құрайтын  $C1$  және  $C2$  аспалы уақыт конденсаторлармен 218ГГ1 микросұлбасының суреті көрсетілген.



6.26 - сурет □ Аспалы уақыт көрсетуші конденсаторлармен авто тербелістік мультивибратордың 218ГГ1 микросұлбасы

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

## Бақылау сұрақтары

1. Автотербелістік мультивибратордың негізгі сұлбасын көрсет
2. Күтуші мультивибраторлар деген не? Олардың түрлерін ата
3. Синхронды мультивибраторлар деген не?
4. Синхронды мультивибраторлар сұлбасын көрсет

## 3 бөлім Тұрақты ток машинасының түрлері және электр жетектері

### 21 Тақырып Электрлік жетектерге қойылатын жалпы талаптар.

Электрлік жетекті қолданудың негізгі мақсаты – жұмыстық машинаның технологиялық үрдісті берілген тапсырмалық әнімділікке, сапалық кәрсеткішке сәйкес жоғары экономикалық және энергетикалық тиімділікпен орындауын қамтамасыз ету. Электрлік жетек берілген функцияларды келісілген шартпен анықталған уақыт аралығында орындау қажет. Егер ол орындалмаса, онда оның барлық басқа сапасы қажетсіз болады, сондықтан сенімділік талабын бірінші қарастырамыз. Екінші жалпы кәрсеткіш дәлдік деп аталады. Ол қозғалысты басқару сапасын сипаттайды, сондықтан электр жетегінің негізгі функциясы болып саналады. Жетек қандайда бір қозғалыстың кәрсеткішінің берілген мәннен өзгеше болмауын және берілген мәннен аспауын қажетті дәлдікпен орындауы керек. Мысалы, лифт кабинасын тоқтатудың дәлсіздігі  $\pm 1$  мм аспауы керек. Электр жетегі сымның немесе жіптің оралуы кезіндегі тартылу күшіне тәуелсіз жағдайда транспортер лентасының қозғалысын берілген жылдамдық деңгейінде ұстап тұру қажет, сонымен қатар жылдамдықтың ауытқуы рұқсат етілген ауытқудан аспауы керек. Үшінші кәрсеткіш әртүрлі сыртқы әсерлердің әрекетіне байланысты электрлік жетек жүйесінің қимылдау (әрекет ету) шапшаңдығы, бұл кәрсеткіш екінші кәрсеткішпен тығыз байланысты. Мысалы, радиотелескоп антенасының электрлік жетегі желдің әсерінен белгіленген орынжағдайдан ауытқуды өте тез түзетуі керек. Шапшаңдық пен дәлдіктің арасындағы байланысты мына мысалмен кәрсетуге болады: егер белгілі бір параметр өте тез өзгерсе, онда жетек оның өзгерісін тез қабылдап, әндеп, тиісті әрекетті тез жасауы керек, әйтпесе берілген мән мен нақты мән арасындағы айырмашылық көбейіп кетеді және рұқсат етілген аумақтан шығады. Шапшаң әрекет ететін жүйеде динамикалық үрдістер уақыт тәуелді түрде өтетін өзгерістермен байланысты. Бұл байланыс тәртінші кәрсеткіштің – динамикалық үрдістердің сапасын анықтайды. Бұл кәрсеткіш динамикалық үрдістердің уақыт бойынша өтуін сипаттайтын заңдылықпен әрнектеледі. Мысалы, лифтіде жақсы жұмыс жасайтын жетек болғанда қозғалыстың үдеуі мен тоқтауы сезілмейді, егер нашар жұмыс жасайтын жетек болса, онда динамикалық үрдістер кезінде қолайсыз жағдайлар орын алады. Қазіргі уақытта ең маңызды саналатын бесінші кәрсеткіш энергетикалық тиімділік деп аталады. Энергияны беру және түрлендірудің кез келген үрдістері кезінде шығындар болатындықтан, осы шығындардың басым бөлігі қандай екендігін білу қажет. Электр жетектері үшін бұл кәрсеткіш электр энергиясының шығынымен анықталады. Мысалы, станоктың электр жетегінің энергетикалық тиімділік анықтау үшін 1 тонналық дайын әнімдер үшін қанша электр энергия шығындалатындығын білу қажет. Энергетикалық тиімділікті ПӘК бағалайды. ПӘК пайдалы шығындалған 12 энергияның үрдісті орындауға берілген энергияның толық шығынына қатынасы арқылы анықталады. Үлкен шығындар дегеніміз – электрлік ресурстар мен адамдардың еңбектерінің босқа шығындалуы және қоршаған ортаға зиян тигізу. Алтыншы кәрсеткіш – электрлік жетектің электрмен қамтамасыз ету жүйесімен және өте жоғары деңгейлі ақпараттық жүйемен сәйкестігі. Сәйкестік мәселесі соңғы кездері электр жетегінің құрамына қоректендіру желісіне және электронды басқару құрылғысына кері әсерін тигізетін жоғары гармоникаларды түзететін жартылай өткізгішті түрлендіргіштердің енуіне байланысты қарастырыла бастады. Жетінші кәрсеткіш жұмсалған ресурс мөлшері (ресурстық сыйымдылық) деп аталады. Оған әнім шығару үшін жұмсалған материал мен энергия мөлшері, сонымен қатар дайындау, монтаждау,

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

тасымалдау және жәндеу үшін жұмсалған еңбек мөлшері жатады. Бұл көрсеткіш өте күрделі және ауқымды, қолданылған технологияның деңгейімен, экономикалық жағдайлармен және кәштеген басқа факторлармен байланысты. Мысалы, электр жетегінің негізгі элементі болып саналатын, қуаты 1-10 кВт қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштардың салмағының өзгеруін қарастырайық. Табиғи ресурстары аз, бірақ технологиялық деңгейі жоғары Жапонияда 1950 жылдан 1986 жылға дейінгі аралықта қолданылатын материалдарының қасиеттерінің жақсаруы мен оларды әндеу сапасының жоғарлауы, тиімді конструкциялық шешімдерді қолдану нәтижесінде мұндай қозғалтқыштардың салмағы орташа есеппен 2,5 есе төмендеді. Қазіргі кезде энергияның бағасы жоғарлағандықтан және материалдың бағасы көтерілгендіктен энергияны үнемдейтін қозғалтқыштарының әндірісі қарқын алды, сондықтан олардың үлесі 40-50% дейін көтерілді. Қойылатын талаптарды толық қанағаттандыратын электрлік жетекті ойлап құрастыру, жобалау кезінде электрлік қозғалтқыш пен басқару құрылғысының қасиеттері мен мүмкіндіктері жұмыстық машинаның жетектік сипаттамаларымен өзара сәйкестендірілуі қажет. Жетектік сипаттамалар деп әндірістік үрдістің және машинаның жұмыс режимдерін барлық ерекшеліктерін қамтитын сипаттамалар тобын айтады. Оларға технологиялық, кинематикалық, энергетикалық, механикалық, жүктемелік және инерциялық сипаттамалар жатады. Электрлік жетектердің міндеттері қатарына жұмыстық машиналардың атқарушы органдарын қажетті қозғалыс түрімен (айналмалы, ілгерлемелі, кері-ілгерлемелі) қамтамасыз ету, оның жылдамдығын және үдеуін реттеу (тұрақтандыру), сонымен қатар, технологиялық үрдістерді орындауға қатысатын құрылғылардың жұмыстық режимдерін (жүргізіп жіберу, реверстеу, тежеу, жылдамдықты реттеу, апаттық жағдайлардан қорғау және блокировка) автоматтандыруды қамтамасыз ету жатады.

Электрлік жетектерінің өзіндік ерекшеліктерін атап өтейік:

- 1) Электр қозғалтқыштарын әртүрлі қуатқа және жылдамдыққа арнап жасау мүмкіндігі. Қазіргі кезде электрлік жетектердің қуаттарының диапазоны 13 ваттың жүздеген бөлігінен ондаған мың киловатқа дейінгі аралықта, ал айналу жылдамдығының диапазоны өте кең ауқымды қамтиды.
- 2) Әртүрлі жағдайда жұмыс істей алатын электрлік жетек жасау мүмкіндігі: агрессивті сұйық пен газы бар ортада, космостық кеңістік жағдайында, төменгі және жоғарғы температураларда және т.б. 3
- 3) Қарапайым әдістердің көмегімен жұмыстық машиналардың орындаушы мүшелерінде әртүрлі және күрделі қозғалыс түрлерін іске асыру, сондай-ақ қозғалыс бағытын және жылдамдықты, үдеуді өзгерту мүмкіндігі.
- 4) Әндірістік және технологиялық үрдістерді автоматтандырудың жеңілдігі, электр жетегін әндірісті басқаратын автоматтандырылған ортақ жүйеге қосудың қарапайымдылығы.
- 5) Электрлік жетектің ПӘЖ жоғары болуы, жұмыс істеу сенімділігі, қолдануға қолайлы болуы, қоршаған ортаны ластамауы.

## Бақылау сұрақтары

1. Электрлік жетекті қолданудың негізгі мақсаты неде?
2. Лифт кабинасын тоқтатудың дәлсіздігі неше мм аспауы керек?
3. Электрлік жетектерінің өзіндік ерекшеліктерін атап өтіңіз

## 22 Тақырып Электрлік жетектердің механикасының негіздері.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Электрлік жетектерді дұрыс жобалау және эксплуатациялау үшін электрлік қозғалтқыштар мен олар қозғалысқа келтіретін жұмыстық машиналардың *механикалық сипаттамаларын* жақсы білу қажет. Өйткені жетек пен машинаның жоғары техико-экономикалық көрсеткіштеріне бұл сипаттамалардың *әзара сәйкестігін* қамтамасыз еткен жағдайда ғана қол жеткізуге болады.

Жұмыстық машинаның немесе өндірістік механизмнің *механикалық сипаттамасы* деп оның атқарушы органының айналмалы (немесе ілгерлемелі) қозғалысының бұрыштық  $\omega_{ao}$  (сызықтық  $v_{ao}$ ) жылдамдығының оның статикалық кедергілерінің моментіне  $M_{ao}$  (күшіне  $F_{ao}$ ) тәуелділігін айтады. Бұл сипаттамаларды қозғалтқыштың білігіне келтіру операциясын

орындау нәтижесінде  $\omega = f(M_k)$  түріндегі тәуелділік аламыз. Мұндағы  $\omega$  -

қозғалтқыштың білігіне келтірілген жылдамдық, ал  $M_k$  – қозғалтқыштың білігіне келтірілген механизмнің статикалық кедергілерінің (жүктеменің) моменті.

Машинаның (механизмнің) статикалық кедергілерінің моменті деп оның тұрақталған жұмыс режимі кезіндегі (яғни үдемелі қозғалыс болмаған кездегі) моменттің айтады. Бұдан былай бұл моментті кедергілер моменті немесе жүктеме моменті деп атаймыз. Үдемелі қозғалыс болған кезде, статикалық моменттен басқа, динамикалық момент пайда болады.

Өндірістік механизмдердің механикалық сипаттамаларын математикалық жолмен әрнектеу үшін мына эмпирикалық формула қолданады:

$$M_k = M_0 + (M_{k,ном} - M_0)(\omega/\omega_{ном})^x, \quad (2.1)$$

мұндағы  $M_k$  – жылдамдық  $\omega$  болған кездегі кедергілер моменті;

$M_{k,ном}$  – номиналдық жылдамдық  $\omega_{ном}$  кезіндегі кедергілер моменті;

$M_0$

– механизмнің қозғалмалы бөліктеріндегі үйкеліс кедергісінің

моменті;

$x$  – жылдамдық өзгерген кезде кедергілер моментінің өзгеруін сипаттайтын көрсеткіштің дәрежесі.

Өндірістік механизмді қозғалысқа келтіруге қажетті қуаттың  $P_k$  жылдамдыққа тәуелділігін жуықтап (яғни  $M_0$  есепке алынбаған жағдайда) сипаттау үшін келесі математикалық  $P_k = M_k \omega = M_{k,ном} (\omega/\omega_{ном})^x \omega = M_{k,ном} \frac{\omega^x}{\omega_{ном}^x}$  колданылады:

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Әртүрлі әндірістік механизмдердің механикалық сипаттамалары әртүрлі болып келеді. (2.1) формуланы қолдану арқылы анықталған механикалық сипаттамалардың ерекшеліктеріне байланысты әндірістік механизмдерді мынадай негізгі топтарға бөлуге болады:

1) Кедергілерінің моменті  $M_k$  жылдамдыққа тәуелді емес механизмдер сипаттамалар жүк кәтергіш крандар мен лебедкаларға, бір қалыпты жүктелген транспортерлер мен конвейерлерге, поршенді сорғыштарға және т.б. механизмдерге тән. Бұл топқа кедергісінің негізгі моменті үйкеліс моменті болатын механизмдерді де жуықтап жатқызуға болады.

Бұл жағдайда  $x=0$  болғандықтан қуат  $P_k = M_{k,ном} \omega$  әрнегі арқылы

анықталады. Демек, бірінші топтың механизмдері үшін қажетті қуат жылдамдыққа тура пропорционал (2.1 сурет, 1 сызық).

2) Кедергілерінің моменті  $M_k$  жылдамдыққа тәуелді сызықты заңдылықпен әсетін механизмдер (1 сурет, 2 сызық). Бұл жағдайда  $x=1$ , ал  $M_k$  сызықты заңдылық бойынша әседі:

$$M_k = M_0 + \left( \frac{M_{k,ном} - M_0}{\omega_{ном}} \right) \omega = M_0 + k\omega. \quad (2.3)$$

Мұндай сипаттама сыртқы тұрақты жүктемеге жұмыс жасайтын, тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток генераторына тән.

Ал  $x=1$  болғандықтан қажетті қуат:

$$P_k = (M_{k,ном} / \omega_{ном}) \omega^2. \quad (2.4)$$

Демек, екінші топтың механизмдеріне қажетті қуат жылдамдықтың квадратына тура пропорционал болады (2.2 сурет, 2 сызық).

3) Кедергілерінің моменті  $M_k$  жылдамдыққа тәуелді сызықты емес заңдылықпен әсетін механизмдер (1 сурет, 3 сызық). Бұл жағдайда  $x > 1$  және

$$M_k = M_0 + \left( \frac{M_{k,ном} - M_0}{\omega_{ном}^x} \right) \omega^x = M_0 + k' \omega^x. \quad (2.5)$$

Мұндай сипаттама желдеткіштерге, ортадан тепкіш сорғыштарға, сепараторларға және т.б. механизмдерге тән. Егер  $x=2$  болса, онда сипаттама желдеткіштік деп аталады, әйткені желдеткіштіктің кедергісінің моменті  $M_k$  жылдамдықтың квадратына тәуелді.

$x=2$  болғандықтан:



(2.6)

Үшінші топтың механизмдеріне қажетті қуат жылдамдықтың кубына пропорционал өзгертіндігін көреміз (2.2 сурет, 3 сызық).

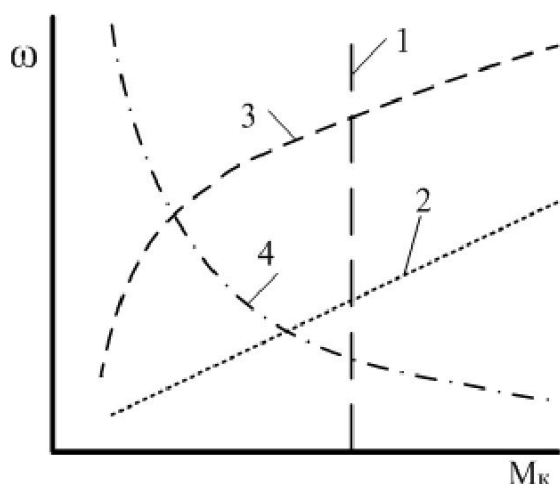
4) Кедергілерінің моменті  $M_k$  жылдамдыққа тәуелді сызықты емес

заңдылықпен кемитін механизмдер (1 сурет, 4 сызық). Бұл жағдайда  $x = -1$ , сондықтан момент  $M_k$  жылдамдыққа  $\omega$  кері пропорционалдық заңдылық бойынша өзгереді, ал қуат жылдамдыққа тәуелді өзгермейді (2.2 сурет, 4 сызық):

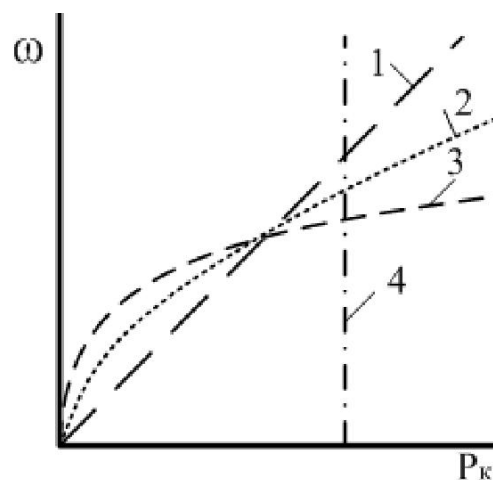
$$M_k = M_0 + \left( \frac{M_{k,ном} - M_0}{\omega_{ном}^{-1}} \right) \omega^{-1} = M_0 + \frac{k''}{\omega}; \quad (2.7)$$

$$P_k = M_{k,ном} \omega_{ном} = const. \quad (2.8)$$

Мұндай сипаттама кейбір токарлық, фрезерлік және басқадай металл кескіш станоктарға, астықтық норияға және т.б. механизмдерге тән.



2.1 сурет – Өндірістік механизмдердің әртүрлі топтарының механикалық сипаттамалары



2.2 сурет - Өндірістік механизмдердің әртүрлі топтарына қатысты қуаттың жылдамдыққа тәуелділігі

### Бақылау сұрақтары

1. Механикалық сипаттамалар деген не?

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

2. Өзара сәйкестік деген не?

3. Өндірістік механизмдерді негізгі неше топқа бөлуге болады және оларды ата

## **23 Тақырып Технологиялық қондырғыларды жобалау негіздері.**

Бұйым - кәсіпорында шығарылған кез-келген зат немесе заттар жиыны. Бөлшек – құрастыру операциясын қолданбай атауы мен маркасы бірдей материалдан жасалынған бұйым. Мысалы, бұрама, сомын, білік, құйылған тұрқы. Жиналмалы бірлік немесе бөлік – құрастыру операциясы (мүшелеу, дәнекерлеу, т.б) қолданылатын, құрама бөліктер жиынынан тұратын бұйым. Торап - басқа құрама бөліктермен бірлесе отырып, белгілі бір операцияларды орындауға негізделген жиналмалы бірлік. Машина – адамның физикалық және ақыл-еңбегін жеңілдету үшін механикалық қозғалысты энергияға айналдыратын құрылғы. Механизм – бір қозғалысты келесі бір қозғалыс түріне айналдыратын бөлшектер жүйесі. Қондырғының құрамына кіретін механизмдер функционалдық белгілері бойынша таратқыш, атқарушы, басқарушы, бақылау және реттеу, берілім (подача), транспорттау және сараптау болып бөлінеді. Механизмнің негізгі элементтері буындары мен кинематикалық жұптары. Механизм буыны – бір немесе бірнеше қатты бекітілген бөлшектер, мысалы білік пен тісті доңғалақ. Кіреберіс және шығаберіс буындары болып ажыратылады. Кіреберіс буындары деп басқа звенолардағы қозғалыстарды өзіне қабылдап алатын буынды айтады. Шығаберіс буындар деп механизм қозғалысын жүзеге асырушы буын. Кіреберіс және шығаберіс буындарының аралығында аралық буындар орналасуы мүмкін. Әрбір сәйкес жұмысшы буындар жұбында күш ағынының бағытына қарай жетекші және жетектегі буындар ажыратылады. Кинематикалық жұп – салыстырмалы қозғалысты шектейтін екі жанасатын денелердің біріктірілуі. Функционалдық сипатына қарай кинематикалық жұптар айналмалы, үдемелі қозғалыс және т.б түрлерге бөлінуі мүмкін. Кинематикалық шынжыр – кинематикалық жұптармен біріктірілген буындар жүйесі. Жетек – қондырғылар мен механизмдерді қозғалысқа келтіретін құрылғы. Жетек күштік агрегаттан, энергия таратушы және аппаратураны басқару механизмдерінен тұрады. Күштік агрегат энергияның бір түрін механизм жұмысына қажетті механикалық энергияға айналдыру қызметін атқарады.

### **2.2 Технологиялық қондырғыларды құрастыру (конструирование) ережелері мен жалпы қағидалары**

Құрастырудың негізгі тапсырмасы болып автомобильдерге техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын жүргізу өндірісінің барлық талаптарына сай келетін, экономикалық әсері бар, жоғары технико-экономикалық және пайдалану (эксплуатационный) көрсеткіштерге ие болатын, технологиялық қондырғылардың бір объектісін құрастырып шығару табылады. Технологиялық қондырғылардың объектілерін құрастыру кезінде келесідей қағидаларды басшылыққа алу керек: - техникалық тапсырма нәтижелі құжат ретінде қарастырылады, тапсырмадан тапсырыс берушінің келісімінсіз ауытқуға жол берілмеуі тиіс; - жасалынып отырған конструкциядағы барлық детальдар мен жиналмалы немесе құрастырылмалы бірліктер талап етілетін сенімділік, нақтылық, қаттылық, беріктілік және көркемділік дәрежелері бірдей болуы қажет; - құрастырылатын бұйым аз габаритті өлшемдерін, құрастыру ыңғайлылығын, реттелуін, жөндеу жұмыстары кезінде бөлшектердің ауыстырылуын қамтамасыз ететін оңтайлы жайғастырылған жиналмалы бірлікпен жабдықталуы керек; - технологиялық қондырғылардың жаңа объектісін жасау кезінде конструкциялық сабақтастық пен модульді қағидаларды сақтау керек. Конструкциялық сабақтастық - жобалау кезінде машинажасаудың берілген профилінде және қатарлас саладағы алдыңғы (предшествующего) тәжірибелерді қолдану, жобаланып отырған агрегатқа қолданыстағы конструкциялардың барлық пайдалы

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

жақтарын кірістіру. Модульді қағида (блочность) бұл жекленіп жасалынған торапшығырлардың (узел-блок) бір – бірімен жылдам шешілетін жалғастырғыштармен қосылған ұйыстыру түсініледі. -конструкцияланатын технологиялық қондырғының объектісі біртектестіру мен стандарттаудың талаптарына сай келуі тиіс. Біртектестіру (унификация) – атқаратын функциялық қызметтері бірдей көптүрлі, типті бұйымдарды оңтайлы жолмен қысқарту. Стандарттау - бұйымдарға және өндірістік өнімдерге бірегей және міндетті түрде орындалуы қажет талаптарды орнату және қолдану. Біртектестіру мен стандарттау арнайылатылған кәсіпорындарда сериялық және массалық детальдар мен жиналмалы бірліктерді шығаруды ұйымдастырады. Бұл еңбек көлемі мен жасап шығару бағасын төмендетуге, деталь сапасын және жұмыс ұзақтылығын арттыруға, конструкциялау уақытын азайтады және технологиялық қондырғылардың жаңа объектілерін игеруді, детальдардың ауыстырылуын шарттайды. Конструкцияның технологиялылығын жүзеге асыру маңызды болып табылады. Технологиялылық түсінігінің астарында біруақытта сапасын, нақтылығын арттыратын және бөлшектерді алмастырылатындай етіп озық өңдеу әдістерін қолдана отырып, үнемді, жылдам және өнімділікті қамтамасыз ететін технологиялық қондырғылардың объектілерін жасау жатыр. Сонымен қатар бұл түсініктің астарын келесі түсініктерді де енгізуге болады: жинау технологиялылығы, ыңғайлы және үнемді жөндеу жұмыстарын. Технологиялық қондырғыны конструкциялау кезінде конструктор құрастырудың жалпы ережелерін, қолданыстағы келісілген стандарттар мен нормативтерді және өндіріс қондырғыларының қауіпсіздік ережелерін сақтауы тиіс. Төменде келтірілген ережелер конструкциялаудың жалпы ережелері болып табылады: қондырғыны құрастырғанда күрделі жөндеуді толығымен ысырып, оның орнына ауыстырмалы тораптармен жиналатын қалпына келтіруші жөндеу жұмыстарын қолдану арқылы жөндеусіз пайдалануды қолдану; детальдың тұрқысының беткі бөлігін үйкелмелі етіп жасаудан аулақтау. Жөндеу жұмыстарын жеңілдету үшін үйкеліс беттерін жекелеген және оңай ауыстырылатын бөлшектерде орындау керек. әрі қарай тіркесімдік немесе агрегаттық қағидасын ұстану керек, бөлшектерді тәуелсіз агрегат ретінде конструкциялау; конструкцияны жинау кезінде қосымша реттеуді қажет етпейтіндей бекіткі элементтерді қолдануды қарастыру; Салмағын арттыруды талап етпейтін әдістерді қолдана отырып (қаттылық қабырғасы, оңтайландырылған форма, кернеу концентраттарын төмендету және т.б.) детальдардың жоғары қаттылығы мен беріктілігін қамтамасыз ету; Мүмкіндігінше торапқа серпімді элементтер енгізу. Бұл элементтер сырттан келген соққы мен динамикалық жүктемелерді өзіне қабылдайды; Ашық механизмдер мен берілістерді ысыру; Оймалы қосылуларда өздігінен бұрап босатылудың болмауын қарастыру; Тотығып мүжілуді алдын алу; Технологиялылық, біртектестіру, стандарттау, металл көлемін азайту, қалыптасқан өлшемін азайту есебінен конструкцияның бағасын азайту; Мүмкіндігінше қайталанба қозғалыстарын айналмалы қозғалыс түріне ауыстыру; Жобаланатын объектінің бетін мейлінше қарапайым және тегіс етіп жасау. Бұл бірмезгілде техникалық эстетика талаптарын сақтай отырып күтіп-баптауды қамтамасыз етеді; Бақылау және басқару ыңғайлы болуы үшін басқару және қадағалау құралдарын бір жерге шоғырландыру; Тораптар мен механизмдерді техникалық қызмет көрсетуге қол жетімді болатындай, бақылауға, қадағалауға ыңғайлы етіп жасау; Қызмет көрсетуші қызметшілердің қауіпсіздігіне кеіл беру (операцияны автоматтандыру, қорғаныс дуалын орнату, сақтандыру және т.б). Технологиялық қондырғы пайдалану құжаттамасына сай клетіндей пайдалануға бергенде, оны дербес пайдалану кезінде және технологиялық кешен құрамында пайдаланылғанда, монтаждау немесе демонтаждау жұмыстарын жүргізуші жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуі керек. Технологиялық қондырғыны жобалау кезінде келесі талаптарды ескеру керек: конструкциялық қондырғының материалы берілген жұмыс режимі кезінде және қарастырылған пайдалану шарттары кезінде жұмысшының денсаулығына зиянсыз болуы керек және өрт шығу және атылу

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

қауіпін тудырмауы тиіс. Қондырғы қирату жүктемелерін алдын алатын құрылғымен қамтылуы тиіс немесе бөлшектің қирау кезінде жарақат алу қауіпі бар жағдайларды алдын алуға арналған қорғаныстар орнатылуы тиіс; Қондырғының және оның жекленген бөліктерінің конструкциясы пайдалану және монтаждаудың барлық жағдайларында олардың құлап кету, аударылу және өздігіне жылжуы немесе ығысуын ысыруы тиіс. Қажет болған жағдайда арнайылатын құрал мен конструкция элементтерін бекіту методы (мысалы, автомобильді көтергіштері конструкциясында міндетті түрде жүктің өздігінен түсіп кетуіне жол бермейтін қондырғысы болуы керек) қарастырылуы керек; Қондырғы конструкциясы және оның жекелеген бөліктері жұмысшылар үшін қауіпті саналатын заттарды (құрал-саймандар, өңделген бөлшектер, майда жаңқалар, т.б), сонымен қатар майлау, суыту және тағы басқа жұмыс сұйықтықтарын сыртқа лақтырып шығармауы керек; Қондырғының жарақат көзі болып табылатын қозғалмалы және ыстық бөліктері қоршалуы тиіс немесе жұмысшы оған тимейтіндей орналастыру керек; Қорғаныш қабатының конструкциясы оның жұмысшының қауіпсіздігін қамтамасыз етіп тұрған орнына өздігінен жылжуын болдырмауы тиіс, орнынан қозғалту тек арнайы құрал – сайман арқылы жүзеге асырылуы тиіс. Егер қорғаныш қабатының орналасуы қорғау функцияларын қамтамасыз ете алмаса, технологиялық қондырғыны автоматты түрде біртұтастандыру функциясын қолдану ыңғайлы; Қысқыш, іліп алу, көтеру және тиеу қондырғылары мен олардың жетектерінің конструкциясы энергия беруді толық және өздігінен жартылай тоқтатқан жағдайда қауіпті жағдай туғызбау. Сонымен қатар энергия беруді қалпына келтіру кезінде бұл құрылғылардың өздігінен орын ауыстырмауын болдырмау; Қондырғы элементтерінде жұмысшыны жарақаттау қауіпі бар үшкір қырлары, жиектері, қылтанақ және тегіс емес беттері болмауы тиіс; Шу, ультрадыбыс, діріл, қауіпті заттардың қайнар көзі болып табылатын қондырғыларда болуы мүмкін зияны заттардың белгіленген нормалардан аспайтындай етіп орындалуы тиіс; Технологиялық қондырғы жергілікті жарықтандырумен қамтылуы тиіс. Егер жарықтандырылған болмаса жұмысшының көру мүшесіне зиян келтірілуі мүмкін немесе басқа да қауіп-қатер түрлері туындауы мүмкін. 2.3 Технологиялық қондырғыларды жобалау кезеңдері. Жобалау ережелері мен конструкторлық рәсімдеу құжаттамасы стандартталған. МЕСТ 2.103-68 «Конструкторлық құжаттаманың бірегей жүйесі. Зерттеу кезеңдері.» сәйкес өндірістің барлық түріне арналған бұйымдардың конструкциялық құжаттамасын жасау үшін келесі бес кезең орнатылған: техникалық тапсырма, техникалық ұсыныс, эскиздік жоба, техникалық жоба, конструкторлық жұмыс құжаттамасын жасау. Техникалық тапсырма – конструкторлық құжаттаманы жасау кезінде жобалаушы басшылыққа алатын біріншілікті негізгі құжат болып табылады. Техникалық тапсырмада жасалынатын бұйымның негізгі арнауы, техникалық және тактикалық-техникалық сипаттамасы, сапа көрсеткіштері, технико-экономикалық және арнайы қойылатын талаптары анықталады. Техникалық тапсырма жасау барлық дерлік күрделі бұйымдарды және технологиялық қондырғыларды жасаудағы бастапқы этап болып табылады. Техникалық тапсырманы орындаушы конструкторлық шешімдердің ілгерілеуші негізі болып табылатын бұйымды пайдалану шарттарын, аналогтарының конструкциялық ерекшеліктерін және техникалық сипаттамасын жіті білуі қажет. Техникалық тапсырма болашақ бұйымының негізгі сипаттамаларын айқындайтындығына қарамастан, ол жобалаушының берілген тапсырманың оптимальды шешімін табу жолындағы ізденістерін бөгемеуі тиіс. Техникалық ұсыныс – МЕСТ 2.118-73 «Конструкторлық құжаттаманың бірегей жүйесі. Техникалық ұсыныс» құжаттамасына сәйкес техникалық тапсырмада көрсетілмей қалған бұйымға қойылған қосымша және нақтыланған талаптарды көрсету мақсатында жасалынады. Техникалық ұсыныста техникалық тапсырыс берушіге жауабы көрсетіледі және орындаушы орындалуына кепілдік беретін бұйымға қойылатын талаптар нақтыланады. Техникалық ұсыныста орындалатын жұмыс тізімі техникалық тапсырмаға негізделеді және жалпы жағдайда келесі құрамда болады: қойылатын тапсырманың мүмкін

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

болатын шешімдерінің нұсқалары, патенттік тазалыққа тексеру, өнертабысқа сұраныстың дұрыс рәсімделуі, негізгі сапа көрсеткіштерін салыстырмалы бағалау (сенімділік, үнемділік, эстетикалық, т.б), оптимальды нұсқасын тандап алу. Түсіндірме жазудың соңында техникалық ұсынысты жасау кезінде пайда болған жасалынатын бұйымға қойылатын қосымша талаптар орналастырылады. Техникалық ұсыныс эскизді жобаны жасауға негіз болып табылды. Эскизді жоба – конструкциялық шешімнің қағидалары, жасалынатын бұйымның жұмыс принципі мен қондырғыларының жалпылама сипаты, арнаулы, негізгі параметрлері мен габариттік өлшемдерін көрсететін конструкторлық құжаттардың үйлесімді біріктірілуі. Эскизді жоба сәйкес техникалық тапсырмамен қарастырылған жағдайда жасалынады. Эскизді жоба жасауда жалпы жағдайда келесі жұмыстар кіреді: - мүмкін болатын шешімдердің конструкторлық жобалау нұсқаулары, - негізгі сапа көрсеткіші бойынша нұсқаларды салыстыру; - оптимальды нұсқасын тандау, техникалық тапсырма мен ұсыныста көрсетілген бұйымға қойылатын талаптарды нақтылау немесе бекіту; - басқа мекемелерде жасалынып жатқан берілген бұйым мен оның материалына қойылатын техникалық тапсырмаларды тізімдеу. Эскиздік жоба кезеңдерінде техникалық ұсыныста көрсетілген жұмыстар басқа қосымша ақпарат бермесе қайталанбайды. Техникалық жоба – ақырғы техникалық шешім, жасалынатын бұйымның құрылысы туралы толық ақпарат береді, жұмыстық құжаттама жасауға арналған мәліметтерден тұратын конструкторлық құжаттамалардың үйлесуі. Техникалық жоба МЕСТ 2.120-73 «Конструкторлық құжаттаманың бірегей жүйесі. Техникалық жоба.» сәйкес техникалық тапсырмада көрсетілсе ғана жасалады. Техникалық жобалау келесі жұмыстардың орындалын қарастырады: - бұйым мен оны құраушы бөліктерінің конструкторлық шешімдерін жасау; - техникалық тапсырмада көрсетілген және технико-үнемділік көрсеткіштерін растайтын қажетті есептеулерін орындау; - конструкцияны технологиялыққа өңдеу; - сатып алынатын бұйымның атауын немесе номенклатурасын айқындау және қолданыс аясын анықтау; - габариттік, орналастыру және тіркеу, байланыстыру өлшемдері туралы тапсырыс берушімен келісу; - бөлшектер мен жиналмалы (құрастырма) бірліктерінің сызбасын жасау. Тапсырманы орындауды жылдамдату үшін бұйымды шығару мақсатында арнайылатылған қондырғыларғы жіберу қажеттігі туындаса; - жұмыстық құжаттамасын жасау кезеңдерінде орындалуы тиісті жұмыстар тізімін жасау. Техникалық жоба жұмыстық конструкторлық құжаттама жасауға негіз болады. Жұмыстық конструкторлық құжаттама жасау негізінде бұйым зерттеледі, жобалық кезеңдер базасында жүзеге асады (техникалық тапсырма, техникалық ұсыныс, эскиздік және техникалық жоба). Жұмыстық конструкторлық құжаттама жасау өндірістің технологиялық дайындығымен тығыз байланысты және зерттеу дәлдігін анықтады, беткі бөлігінің кедір-бұдырлығы, базаны тандау, өлшемдерін қою, беріктілік пен ғұмырлылыққа тексеру есебін жүргізу, өзіндік құны мен үнемділік әсерін есептеуді қарастырады.

## Бақылау сұрақтары

1. Бұйым, бөлшек, торап деген не?
2. Техникалық жоба деген не?
3. Технологиялық қондырғыларды құрастыру (конструирование) ережелері мен жалпы қағидаларын ата

## 24 Тақырып Тұрақты ток машинасының түрлері және негізгі сипаттамалары

Электр машинасының әрекеті электр магниттік құбылысын пайдалануға негізделген, механикалық энергияны электрге немесе электр энергиясын механикалыққа немесе электр

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

энергиясын басқа түрдегі токтың электр энергиясына, басқа кернеуге, басқа жиілікке түрлендіруге арналған.

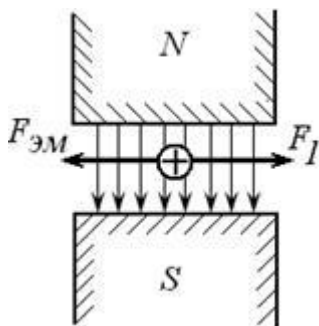
Механикалық энергияны электрге түрлендіретін электр машинасы генератор деп аталады. Барлық электрлік энергия электрстансыларда орнатылған айнымалы токтағы (синхронды) генераторлармен өндіріледі. Электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру қозғалтқыштармен іске асырылады. Кез келген электрлік машинаны генератор негізінде және электрлік қозғалтқыш негізінде пайдалануға болады. Электрлік машиналардың түрлендіретін энергияның бағытын өзгерту қасиеті қайтымдылық деп аталады.

Егер тұрақты магниттердің полюстерінің магнит өрісіне немесе электрмагниттердің (В.1 сурет)  $N$  және  $S$  өткізгіш орнатса және оған сыртқы қандай да бір күшпен  $F_1$  оны айналдырса, онда ЭҚК пайда болады

$$e = Blv \sin \alpha = Blv,$$

мұнда:  $B$  - өткізгіштің тұрған жеріндегі магниттік индукция;  $l$  - өткізгіштің ұзындығы (оның магнит өрісінде тұрған бөлігі);  $v$  - өткізгіштің магнит өрісіндегі ығысу жылдамдығы;  $\alpha$  - магниттік индукция және өткізгіштің ығысу жылдамдығы арасындағы векторлар бұрышы (қарастырылып отырған жағдайда  $(\alpha = \pi / 2, \sin \alpha = 1)$ ).

Өткізгіште индукцияланатын ЭҚК бағыты, оң қол ережесімен анықталады (көременнен сызба жазықтығының артына). Егер өткізгіш қандай да бір энергияны тұтыну кедергісіне тұйықталса, онда пайда болған тізбекте ЭҚК әсерінен  $I$  ток жүреді, оның бағыты ЭҚК бағытына сәйкес келеді. Нәтижесінде өткізгіш тогымен полюстердің магниттік өрісімен өзара әрекетінен электрмагниттік күш пайда болады  $F_{эм} = lBI$ , оның бағыты сол қол ережесімен анықталады. Бұл күш  $F_1$  күшіне қарсы бағытталған және  $F_{эм} = F_1$  болғанда өткізгіш тұрақты жылдамдықпен ығысады. Сонымен өткізгішті ығыстыруға жұмсалатын механикалық энергия, сыртқы тұтынушылардың кедергісіне берілетін түрленген электр энергиясында, машина генераторлық режимде жұмыс істейтін болады.



1 сурет – Электр машинасының әрекет ету принципі

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

Егер сыртқы қорек көзіндегі электр энергиясын өткізгішке жіберсе, онда өткізгіштегі токпен және полюстердегі магнит өрісімен өзара әсерлесіп, нәтижесінде электрмагниттік күш тудырады  $F_{ЭМ}$ , сол күштің әсерінен өткізгіш магнит өрісінде қандай да бір механикалық энергияны қабылдағыш кедергілерін жеңе отырып, машина қозғалтқыш режимінде жұмыс істейтін болады. Сонымен электрмагниттік индукцияның және электрмагниттік күштердің заңдарын жалпылама түрде электрлік машина генераторлық режимде және қозғалтқыштық режимде де жұмыс істей алады.

Электр машиналары тұрақты және айнымалы токтардағы машиналар деп бөлінеді. Айнымалы токтағы машиналарда айналатын магнит өрісі пайда болады, айналу жиілігі желідегі токтың жиілігіне байланысты.

Кез келген электрлік машина негізгі екі бөліктен тұрады: қозғалмайтын – статордан және айналатын – ротордан.

Айнымалы токтағы машинаны бір фазалы және үш фазалы, әрекет ету принципіне қарай синхронды және асинхронды деп бөлуге болады. Синхронды машиналарда энергияны түрлендіру үрдісі магнит өрісінің айналу жиілігіне тең ротордың айналу жиілігіндегі синхронды жылдамдықта өтеді. Генераторлар негізінде синхронды машиналар кеңінен қолданылады және барлық өндірілетін электр энергиясы осы типтегі генераторлармен шығарылады. Синхронды қозғалтқыштарды пайдалану арнайы тағайындаудағы (жиіліктің тұрақтылығы,  $\cos\varphi$  жоғарылату және т.б.) азғантай топпен шектелген. Асинхронды машиналарда энергияны түрлендіру үрдісі магнит өрісінің айналу жиілігіне тең емес ротордың айналу жиілігіндегі синхронды емес (асинхронды) жиілікте өтеді. Бірқатар маңызды ерекшеліктеріне қарай асинхронды машиналарды қозғалтқыштар негізінде пайдаланылатын ең көп таралған электр машинасының типі болып табылады.

Айнымалы токтағы синхронды және асинхронды машиналардан басқа жылдамдықты кең шектерде үнемді реттеуге келтіретін айнымалы токтағы қозғалтқыштар негізінде коллекторлы машиналар пайдаланылады және олардың реттеудегі сипаттамалары тұрақты токтағы қозғалтқыштардың сипаттамасына жақын.

Электр энергияны басқа ток түріндегі (басқа кернеуге, фазылар санына, жиілігіне) электр энергиясына түрлендіретін электрлік машиналарды түрлендіргіштер деп атайды. Электромеханикалық сигналдарды реттегіш және күшейткіш негізінде пайдаланылатын электр машиналарды, яғни электр машиналардың реттегіштері және күшейткіштері деп аталады.

Электрлік машиналардың физикалық құбылыстарының күші ортақ болатын, бір кернеудегі айнымалы токты басқа кернеудегі айнымалы токқа статистикалық электрмагниттік түрлендіргіштері болатын трансформаторлар жатады. Трансформаторлардың жұмыс принципі тұйықталған болат магнит өткізгішке орнатылған екі (немесе үш) орамалардың арасындағы өздік индукция құбылыстарын пайдалануға негізделген. Трансформаторларды электр энергиясын алыс арақашықтыққа тасымалдауда және оны тұтынушылар арасына таратуда және түрлендіргіштік, өлшегіштік, қорғаныстық және басқа құрылғыларда пайдаланылады.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

## Электрлік машиналар және трансформаторлар үшін пайдаланылатын материалдар

Электр машиналарды және трансформаторларды жасағанда пайдаланылатын материалдарды активті, оқшауламалық және қиыстырмалық деп бөлуге болады.

Активті материалдарға электр машиналардың және трансформаторлардың жұмыс кезіндегі электрмагниттік үрдістердің қалыпты өтуін қамтамасыз ететін бұндай материалдарға магниттер және өткізгіштер жатады. Өткізгіштік материалдарға, біріншіден, меншікті кедергісі аз мыс жатады. Мыстан түйіспелік сақинаны және коллекторлық пластина пайдаланылады. Электр машиналардың және трансформаторлардың орамалары мыстан, алюминийден, дөңгелек және тік бұрышты кесіндідегі сымдардан жасалады.

Электр машиналардың және трансформаторлардың өзекшелеріне деген магнитті материалдардың негізіне әртүрлі маркадағы (Мемст 802-58) электротехникалық болат пайдаланылады, әріптері және сандары келесілерді білдіреді: Э – электротехникалық болат, әріптен кейінгі бірінші сан – болаттың қоспалық дәрежесі (1 – аз қоспаланған, 2 – орташа қоспаланған, 3 – жоғары қоспаланған, 4 - өте жоғары қоспаланған); екінші саны – болаттың кепілденген электрмагниттік қасиеті (1 – қалыпты, 2 – төмендетілген және 3 – 50 Гц жиіліктегі болаттың меншікті шығының аздығы; 4 – 400 Гц жиіліктегі қалыпты меншікті шығыны; 5 – қалыпты және 6 – 0,01 А/см-ден төмен өрістегі магнит өтімділігінің жоғарлығы; 7 – қалыпты және 8 – 0,1 - ден 1 А/см-ге дейінгі өрістегі магнит өтімділігінің жоғарлығы; 0 – суықтай илемделген болат); саннан кейінгі А әрпі - өте төменгі меншікті шығындар. Мысалға, Э330А болаттың жоғары қоспаланғанын, суықтай илемделгенін, ерекше төменгі меншікті шығындарын білдіреді.

Болаттың магнит өткізгішіндегі шығындар құйынды токтарға және гистерезиске деген шығындардан қосылады. Трансформаторлардың және электр машиналардың магнит өткізгішіндегі құйынды токтарды азайту үшін бір-бірінен оқшауланған жекеленген пластинкалардан жасалады. Оқшауламалық қабатшалар құйынды токтарға үлкен кедергі келтіріп, әрекет ету сферасын шағын телімдерге шектеп, онысымен электр энергиясының шығынын азайтады. Сонымен қатар, магниттік өткізгіштегі құйынды токтарды төмендету үшін қоспалығы жоғары болаттың табақшаларынан құрастырылады, жай болатқа қарағанда меншікті электрлік кедергісі жоғары.

Гистерезиске және құйынды токтарға деген шығындар

$$P_{\sigma} = pG_{\sigma},$$

мұнда  $P$  - меншікті шығындар еселігі, болатқа, болат табақшалардың қалыңдығына, жиілікке және максималды магнит индукциясына байланысты, Вт/кг;  $G_{\sigma}$  - магниттік өткізгіштің массасы.

Суықтай илемделген болат ыстықтай илемделгеннен тек азғантай шығындарымен ғана емес, магнит өтімділігінің жоғарлығымен ерекшеленеді, шамасы магнит сызықтарының бағытына байланысты. Суықтай илемделген болаттың илемделу бағытындағы бағытта магниттік өтімділігі жоғары, илемделуі перпендикуляр бағытта магниттік өтімділігі ыстықтай илемделген болаттың магниттік өтімділігінен төмен. Сондықтан электрлік машиналардың және трансформаторлардың магниттік өткізгіштерінің орындалуын, яғни



## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

олардың магнит ағыны болат табақшалардың және таспалардың илемдерінің бағыты бойында тұйықталуы қажет. Магнитті өтімділігі жоғары болатты пайдалану магниттік индукцияны жоғарлатуға және магнитті өткізгіштің кесіндісін және оның массасын төмендетуге мүмкіндік береді.

Оқшауламалық материалдар. Бұл - электрлік машиналардың және трансформаторлардың ең негізгі элементтерінің бірі, яғни олардың жұмыс сенімділігінің деңгейі оқшауламаның сапасына байланысты. Эксплуатациялау жағдайындағы әртүрлі температураның өзгерісінде оқшаулама электрлік машиналардың және трансформаторлардың сенімді жұмысын қамтамасыз ету керек. Оқшауламалық материалдар (Мемст 8865-70) қыздыруға беріктігіне байланысты келесі температураның шектік кластарына бөлінеді: У – 90<sup>0</sup>С, А – 105<sup>0</sup>С, Е – 120<sup>0</sup>С, В – 130<sup>0</sup>С, F – 155<sup>0</sup>С, Н – 180<sup>0</sup>С, С – 180<sup>0</sup>С.

У – класына дымқылданбаған және сұйық оқшауламаға батырылмаған талшықты целлюлозадан немесе жібектен жасалған электрооқшауламалық материалдар және жұмсару температурасы 90-100<sup>0</sup>С-ден төмен емес полимерлі органикалық оқшауламалар (полиэтилен, полистирол және т.б.) жатады. А – класына дымқылданған немесе сұйық оқшауламаға батырылған, майлы немесе полиамидті лактар негізіндегі эмальсымдардың оқшауламасы, ағаш және қатпарлы ағаш пластиктері целлюлозадан немесе жібектен жасалған талшықты электрлік оқшауламалық материалдар жатады. А класындағы материалдарға сіндірілетін заттар ретінде трансформатор майы, майлы лактар, битум құрамалары жатады. Е класына құйма құрамдас, поливинилацеталті, полиэфирлі, эпоксидті және полиуретановты негізіндегі эмальды өткізгіштердің оқшауламасы және синтетикалық материалдар жатады. В класына лактармен немесе қызуға шыдамдылығы жоғары шайырмен сіндірілген органикалық емес (слюда, асбест, талшықты шыны) оқшауламалардың негізінде жасалған электр оқшауламалық материалдар, және де органикалық емес толтырғышты пластмассалар жатады. F класына лактармен немесе шайырмен сіндірілген, модификацияланған кремнийорганикалық жалғаулардағы органикалық емес оқшауламалардың негізінде жасалған электрлік оқшауламалық материалдар жатады. Н класына кремнийорганикалық лактармен немесе шайырмен сіндірілген органикалық емес электрлік оқшауламалар жатады. Бұндай материалдардың құрамында қыздыруға беріктігі 180<sup>0</sup>С төмен органикалық материалдармен байланысы жоқ. С органикалық байланыстыратын құрылғыны пайдаланбай дайындалған органикалық емес материалдарға жатады.

Электр машиналардың және трансформаторлардың орамдарының қиыстырмасы, яғни қыздыру температурасы сәйкес кластағы оқшауламаға арналған шектігінен аспайтындай оларды жақсы суытумен қамтамасыз ету қажет. Электр машиналардың және трансформаторлардың оқшауламасы қалыпты жұмыс кезінде айнымалы электр өрісінен, қысқа уақыттағы асқын кернеуден, эксплуатациялау жағдайынан, жинау үрдісінде пайда болатын механикалық әсерлерден, эксплуатациялау жағдайында және қысқа тұйықталулардан болатын ұзақ әсерлерге шыдауы қажет.

Қиыстырмалық материалдар. Оларды электр машиналардың және трансформаторлардың, яғни негізгі түрде механикалық әсерлерді беруге және қабылдауға қызмет ететін бөліктерін және детальдарын жасауға пайдаланылады. Электр машиналарында шойын, болат, түсті металдар және олардың қорытпалары және пластмассалар қолданылады. Қазіргі уақытта шойынды (қарапайымдылығы, созымдылығы) магниттік қасиеттерінің төмендігіне байланысты магнитті өткізгіштер үшін жиі қолданылмайды, болаттың (құйылғанын, созылғанын) тұрақты токтағы машинаның

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

станинасының магниттік өткізгіштері, синхронды машиналардың роторлары және т.б. үшін қолданылады.

*Электрлік машиналардың және трансформаторлардың қызуы және салқындауы.*

Электрлік машиналардың және трансформаторлардың жасаушы зауыт арнаған жағдайындағы жұмыс режимін номинал деп аталады. Бұндай режим номинал шамалармен сипатталады, машиналардың және трансформаторлардың зауыттық шитінде көрсетіледі. Негізінен электрлік машиналары және трансформаторлары ұзақ жұмыстық режимге арналған, яғни олардың кейбір бөліктері қоршаған ортаның температурасынан асатын арнайы, бірақ жалпы одақтық стандарттардан аспайтын температурада жұмыс істей алады.

Электрлік машиналардың және трансформаторлардың жұмысы кезінде оларды түрлендіретін энергия шығындары пайда болады. Бұл шығындар келесі түрлерден қосылады:

а) электрлік (орамадағы шығындар), орамадағы сымдармен, коллектордағы өтпелі түйіспелерімен немесе түйіспелі сақиналардағы кедергілерімен жүретін токтардың қыздыруы;

б) машиналардың немесе трансформаторлардың ферромагниттік бөліктеріндегі пайда болатын гистерезисті;

в) машиналардың және трансформаторлардың айнымалы магнит өрісінде тұрған бөліктеріндегі құйынды ток шығындары, негізінен гистерезиске және құйынды ток шығынымен бірге бағаланады, болаттағы шығындар болатын маркасына, табақшалардың немесе таспалардың қалыңдығына, оқшауламаның сапасына, қайта магниттелу жиілігіне және магниттік индукциясына байланысты;

г) машинаның айналатын бөліктеріндегі айгөлектерде, коллектордағы шеткаларда немесе түйіспелік сақиналарда жүретін қажалулардан болатын механикалық шығындар;

д) машинаның білігінде орналасқан желдеткішті айналдыр шығындар

## **Бақылау сұрақтары**

1. Электр машинасының әрекет ету принципі сұлбасын түсіндір
2. Гистерезиске және құйынды токтарға деген шығындар формуласын айт
3. Электрлік машиналардың және трансформаторлардың жұмысы кезінде оларды түрлендіретін энергия шығындары пайда болады, Оларды ата

## **25 Тақырып Айнымалы ток электр машинасы, үш фазалы асинхронды қозғалтқыш**

Электр машиналары электр станцияларында, өндірісте, транспортта, авиацияда, автоматты басқару және реттеу жүйелерінде тұрмыста кеңінен қолданылады. Олар механикалық энергияны электр энергиясына және керісінше электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіреді.

# КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

*Механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіретін машина генератор (өндіргіш) деп аталады.*

*Электр энергиясын механикалық энергияға қозғалтқыш (двигатель) арқылы түрлендіреді.*

Кез келген электр машинасын әрі генератор, әрі қозғалтқыш ретінде пайдалануға болады. Оның екі жақты энергия түрлендіргіш қасиеті *машинаның қайтымдылығы* деп аталады. Ол бір текті токтың электр энергиясын (жиілік, айнымалы токтың фазалар саны, тұрақты ток кернеуі) екінші текті токтың энергиясына түрлендіруге де қолданылады. Мұндай электр машиналарын *түрлендіргіштер* деп аталады.

Жұмыс жасайтын электр қондырғысының ток тегіне байланысты электр машиналары тұрақты және айнымалы ток машиналары деп екіге бөлінеді. Айнымалы ток машиналары бір фазалы және көп фазалы болып келеді. Үш фазалы синхронды және асинхронды машиналар және айналу жиілігін кең көлемде үнемді реттеуге мүмкіндік беретін коллекторлы айнымалы ток машиналары да кеңінен қолданылады.

## *Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс жасау принципі*

Электр қозғалтқыштарының ішінде ең көп тарағаны үш фазалы **асинхронды қозғалтқыш** болып табылады. Бұл қозғалтқышты бірінші рет белгілі орыс электригі И. О. Доливо-Добровольский құрастырған.

Асинхронды қозғалтқыштың құрылысы қарапайым және оны күтіп-баптау жеңіл. Кез келген айнымалы ток машинасы сияқты асинхронды қозғалтқыш екі негізгі бөліктен: статордан және ротордан тұрады.

**Статор** деп машинаның қозғалмайтын бөлігін, ал **ротор**-оның айнымалы бөлігін атайды.

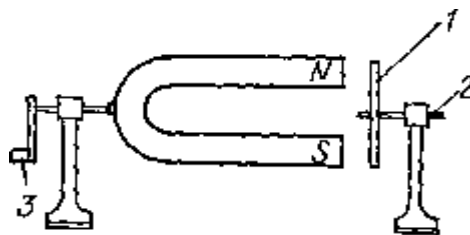
Асинхронды машинада қайтымдылық қасиеті болады, яғни машинаны әрі генератор; әрі қозғалтқыш ретінде қолдануға болады.

Айнымалы токтың көп фазалы жүйесі айналмалы магнит өрісін туғызады, оның айналу жиілігі минутына . Егер ротордың айналу жиілігі магнит өрісінің айналу жиілігіне тең болса, онда мұндай жиілікті **синхронды жиілік** деп атайды.

Егер ротордың айналу жиілігі магнит өрісінің айналу жиілігіне тең болмаса, онда мұндай жиілікті **асинхронды жиілік** деп птайды.

Асинхронды қозғалтқышта жұмыс процесі тек асинхронды жиілікте, яғни ротордың айналу жиілігі магнит өрісінің айналу жиілігіне тең емес кезде өтеді.

*Асинхронды қозғалтқыштың жұмысы «Араго-Ленц дөңгелегі» (6.1-сурет) деп аталынған құбылысқа негізделген.* Бұл құбылысты былай түсіндіруге болады, егер тұрақты магнит полюстерінің алдына осьте еркін отыратын мыстан жасалған дөңгелекті (дискіні) 1 орналастырып, магнитті тұтқасы 3 арқылы өз осінің бойымен айналдырсақ, онда мыс дөңгелек сол бағытта айналады, өйткені магнитті айналдырғанда оның магнит өрісі дөңгелектен өтіп онда құйынды токтар туғызады.



6.1 – сурет. Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс жасау принципінің схемасы.

Ленц заңына орай кез келген индукцияланған ток оны тудырған себепке қарсы әрекет жасайтын бағытта ағады. Сондықтан дөңгелек денесіндегі құйынды токтар магниттің

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

айналуын тежеуге тырысады, бірақ магнитті тоқтата алмай онымен бірге айналады. Мұнда дөңгелектің айналу жиілігі магниттің айналуы жиілігінен аз болады. Егерде бұл жиіліктер кейбір себептермен бірдей болса, онда магнит өрісінің дөңгелекпен салыстырғандағы жылжуы болмас еді, демек мұнда құйынды ток пайда болмас еді, яғни дөңгелекті айналдыратын күш пайда болмас еді.

Асинхронды қозғалтқыштарда тұрақты магнит өрісі айнымалы магнит өрісімен ауыстырылған. Бұл магнит өрісі қозғалтқышты айнымалы ток желісіне қосқан кезде үш фазалы жүйе арқылы жасалынады. Статордың айналмалы өрісі ротор орамасының өткізгіш сымдарын кесіп өтіп оларда ЭҚК-терін индукциялайды. Егер ротор орамасын кедергіге тұйықтаса немесе қысқа тұйықтаса, онда тізбекте индукцияланатын ЭҚК-тер әсерімен ток жүреді. Ротор орамасындағы ток пен статор орамасының айналмалы магнит өрісінің өзара әрекеттесуі нәтижесінде *айналмалы момент* пайда болады. Айналмалы момент роторды магнит өрісінің айналу бағытымен айналдыра бастайды.

Ротордың айналу бағытын өзгерту үшін, яғни қозғалтқышты реверстеу үшін, статор орамасы тудырған магнит өрісінің айналу бағытын өзгерту керек. Мұны статор оралма фазаларын алмастыру арқылы жасайды. Ол үшін статор орамасын желіге қосатын үш сымның кез келген екеуінің орнын ауыстырып желіге қосса болғаны.

Реверсті қозғалтқыштар ауыстырып қосқыштармен қамтамасыз етіледі. Олардың көмегімен статор орамалары фазаларының кезектесуін өзгертуге, демек, ротордың айналу бағытын өзгертуге болады.

Бір уақыт мезгілінде ротордың айналу жиілігі статор өрісінің айналу жиілігімен теңесті дейік, онда ротор орамасының өткізгіш сымдары статордың магнит өрісін кесіп өтпейді, сондықтан роторда ток болмайды. Бұл жағдайда айнымалы момент нольге тең. Ротордың айналу жиілігі статор өрісінің айналу жиілігіне қарағанда, біліктегі жүктеме моменті мен машинадағы үйкеліс күштері моментінің қосындысынан тұратын, тежеу моментін теңдестіретін, айналдырушы момент пайда болғанша төмендейді.

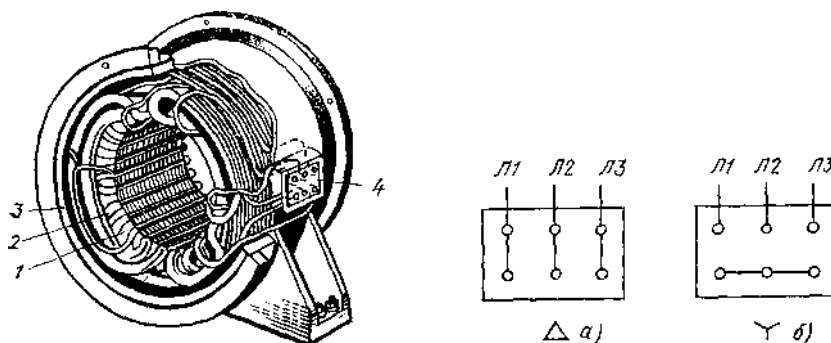
## *Асинхронды қозғалтқыштың құрылысы*

Статордың өзекшесі (6.2-сурет) қалыңдығы 0,35 немесе 0,5 мм болат тіліктерден (пластиналардан) жиналады. Тіліктерді штамптау арқылы алады, олардың ішкі жағында ойықтар (паздар) жасалынған. Құйынды токтан болатын шығынды азайту үшін тіліктерді лакпен немесе тотықтырылған қабыршақпен оқшауламайды, одан әрі жеке дестеге жинайды да қозғалтқыштың станинасының 3 табанының ішіне бекітеді. Станинаның екі жақ бүйіріне қалқандар бекітіледі. Қалқан ішінде ротор білігіне тірек болатын подшипниктер орналасады. Станинаны фундаментке орналастырады.

Статорды бойлай орналасқан, ойықтардан құралған науашаларына (паздарына) оның орамасының өткізгіштері 2 салынады. Орама өткізгіштерін үш фазалы жүйе құратын етіп жалғайды. Машинаның қалқаншасында 4 алты қысқыштар болады, оларға әр фазаның басы мен соңы жалғанады. Статор орамасы үш фазалы желіге жұлдызша және үшбұрыштан қосылуы мүмкін. Бұл жағдай қозғалтқышты екі түрлі желілік кернеуге қосуға мүмкіндік береді.

Қалқаншада керсетілген төмен кернеулер үшін статор орамасы үшбұрыштап ал жоғары кернеу үшін — жұлдызша қосылады.

Статор орамасын үшбұрыштап қосу үшін машина қалқаншасында жоғары қатарда орналасқан қысқыштарды темендегілерімен ұстатқыш (өткізгіштен жасалған тізбектің екі нүктесін қос- қыш) арқылы қосады (6.3 а-сурет), ал әрбір бірге қосылған қысқыштарды үш фазалы желінің желілік өткізгіштеріне қосады. Жұлдызша қосу үшін қалқаншадағы теменгі үш қысқыштарды (фазалардың соңы) ортақ нүктеге ұстатқыш арқылы қосылады, ал жоғарғы қатардағы қысқыштарды үш фазалы жүйенің желілік өткізгіштеріне қосады (6.3, б-сурет).

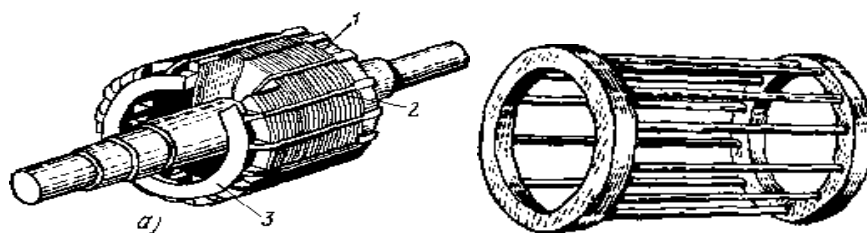


6.2-сурет. Асинхронды қозғалтқыш 6.3-сурет. Статор орамасын үш бұрыштап статордың құрылысы (а) және жұлдызша (б) қос кезінде қозғалтқыш қолқамаласында қысқыштарды қосу

Ротор өзекшесін 1 (6.4, а-сурет) қалыңдығы 0,5 мм болат тіліктерден жиналады. Тіліктерді құйынды ток шығынын азайту үшін лакпен немесе тотыққан қабыршақпен оқшауламалайды. Тіліктерді ойықты етіп штамптайды, оларды дестелеп жинайды да, машинаның білігіне бекітеді. Дестелерден науашалары бойлай орналасқан цилиндр құралады, оның ішіне ротор орамасының өткізгіштерін 2 салады. Орама түріне байланысты асинхронды машиналар фазалық және қысқа тұйықталған роторлы болып екіге бөлінеді. Ротордың қысқа тұйықталған орамасы тиын дөңгелегі тәрізді етіп жасалынады (6.4, б-сурет). Ротор науашаларына шомбал стерженьдер салып оның екі жақ ұштарын мыстан жасаған сақинамен қосады (6.4, а-сурет). Қысқа тұйықталған ораманы көбінесе алюминийден жасайды. Алюминийді ыстық күйінде ротор науашасына қысыммен құяды. Мұндай орам әр уақытта қысқа тұйықталынған және оған кедергі қосу мүмкін емес. Ротордың фазалық орамасы статордың орамасындай етіп жасалынады, яғни өткізгіштер бір-бірімен үш фазалы жүйе жасайтындай етіп жалғанады. Үш фазаның орамалары жұлдызша қосылады. Орама бастары ротор білігінде бекітілген үш түйіспелік мыс сақинасына қосылған. Сақиналар бір-бірінен және біліктен оқшауламаланған және ротормен бірге айналады. Сақиналар айналғанда олардың беті сақиналар үстінде қозғалмайтындай етіп бекітілген көмір немесе мыс шеткалары арқылы сырғанайды. Ротор орамасы кедергіге немесе жоғарыда көрсетілген шеткалар арқылы қысқа тұйықталуы да мүмкін.

Қысқа тұйықталған роторы бар қозғалтқыштар карапайым және пайдалануда сенімді, фазалық роторы бар қозғалтқыштарға қарағанда бағасы арзан. Бірақ, төменде көрсетілгендей, фазалық роторлы қозғалтқыштардың жұмысқа қосу және реттеу сипаттамалары жөнінен артықшылықтары бар.

Қазіргі кезде асинхронды қозғалтқыштардың көпшілігін қысқа тұйықталған ротормен жасайды, тек үлкен қуат немесе арнайы жағдайларда роторды фазалық орамалы етіп жасайды. Совет Одағында қуаты ондаған ваттан 15 000 кВт-қа дейін, ал статор орамасының кернеуі 6 кВ-қа дейінгі асинхронды қозғалтқыштар шығарылады.



6.4 – сурет. Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың роторы:  
а-құрылысы, б-орама

### *Бір фазалы асинхронды электрлі қозғалтқыш.*

Бір фазалы асинхронды қозғалтқыштар шағын қуаттарда 1—2 кВт-қа дейінгі кеңінен қолданылады. Мұндай қозғалтқыштың кәдімгі үш фазалы қозғалтқыштан айырмашылығы—оның статорында бір фазалы орама орналасады. Бір фазалық асинхронды қозғалтқыштың роторында фазалық немесе қысқа тұйықталған орама болады. Бір фазалық асинхронды қозғалтқыштың ерекшелігі — онда бастапқы немесе жүргізіп жіберу моментінің болмауында, яғни мұндай қозғалтқышты желіге қосқанда оның роторы қозғалмаған күйінде қала береді.

Егер роторды әйтеуір бір сыртқы күшпен қимылсыз күйінен шығарса, онда қозғалтқыш айналдырушы момент дамытады. Бастапқы моменттің болмауы бір фазалы асинхронды қозғалтқыштардың елеулі кемістігі болып табылады. Сондықтан олар әрқашанда жүргізіп жіберу құрылғысымен жабдықталады.

Ең қарапайым жүргізіп жіберу құрылғысына статорға ораластырған, бір-бірінен полюс бөлімінің жартысына (90 эл. град.-) ығыстырылған, екі орама жатады. Бұл орамалар симметриялы екі фазалық желіден қоректенеді, яғни орамаларға берілген кернеу бір-бірімен тең және фаза бойынша ширек периодқа ығысқан. Мұндай кернеулерде орамалар бойынша жүретін токтар да фаза бойынша ширек периодқа ығысады. Ол орамдардың кеңістіктік ығысуына қосылып айналмалы магнит өрісін алуға мүмкіндік береді.

Бір фазалы қозғалтқышты жүргізіп жіберу үшін екі ораманы оларға ортақ бір фазалы желіге қосады. Орамалардағы токтар арасында, шамамен  $\pm/2$ -ға тең (ширек периодқа тең) фазалар ығысу бұрышын, алу үшін орамалардың бірін (жұмыстық ораманы) желіге тікелей немесе жүргізіп жіберу активтік кедергісі арқылы қосады, екінші ораманы (жүргізіп жіберу орамасын)—орауышпен (6.5, а-сурет) немесе конденсатормен (6.5, б-сурет) тізбектеп қосады.

Конденсаторлы (екі фазалы) қозғалтқыш — статорда екі орамасы бар **бір фазалы асинхронды қозғалтқыш** болып табылады.

### **Бақылау сұрақтары**

1. Генератор деген не?
2. Қозғалтқыш деген не?
3. Статор, ротор деген не?
4. Асинхронды қозғалтқыш құрылысын айт

### **26 Тақырып Электрлік жетектің динамикалық режимі және оның қозғалысының теңдеуі**

*Жалпы мағлұматтар.* Электрлік жетектің (ЭЖ) *әтпелі немесе*

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

*динамикaлық режимі* деп бір тұрақталған режимнен жүргізіп жіберу, тежеу немесе айналу бағытын өзгерту және т.б. әрекеттер жасаған кезде екінші бір тұрақталған режимге көшу режимін айтады. Бұл режим ЭҚК,  $\omega$ ,  $M$ ,  $I$  сияқты параметрлердің өзгерісімен сипатталады.

Динамикaлық режимдердің практикалық маңызы үлкен. Оларды есептеу нәтижелері қозғалтқыштың қуатын дұрыс таңдауға, тиімді басқару жүйесін жобалауға, электрлік жетектің жұмысының әндірістік механизмдердің әнімділігіне және оның жұмысының сапасына әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

Электрлік жетектің әтпелі режимдері кезінде бір мезгілде және өзара тығыз байланысты жағдайда механикалық, электромагниттік және жылулық үрдістер әрекет етеді. Әте тез әтетін үрдістерде ЭЖ-тің жылулық күйі кәп жағдайда басқа үрдістерге айтарлықтай әсер ете алмайды, сондықтан әтпелі жылулық үрдістер жиі есепке алынбайды.

Бұл жағдайда ЭЖ-те механикалық және электромагниттік әтпелі үрдістер (электромеханикалық үрдістер деп те аталады) орын алады. Кейбір жағдайларда электромагниттік үрдістерді есепке алмауға болады. Онда ЭЖ-тегі үрдістер тек жетектің қозғалысқа түсетін бәліктерінің инерциясы арқылы анықталатын механикалық үрдістермен сипатталады.

Үрдістерді есептеу нәтижелері бойынша  $i=f(t)$ ,  $M=f(t)$ ,  $\omega=f(t)$  тәуелділіктерінің, кейбір жағдайларда жолдың уақытқа тәуелділігінің  $L=f(t)$  графиктерін тұрғызады.

*Электрлік жетектің қозғалысының теңдеуі.* Бұл теңдеу әтпелі режимдер кезінде әрекет ететін барлық күштер мен моменттерді есепке алуы керек. Ілгерлемелі түзу қозғалыс кезінде қозғаушы күш  $F$  машинаның кедергілік күшімен  $F_k$  және жылдамдық өзгерісінен туындайтын инерциялық

күшімен  $m \frac{dv}{dt}$  теңеседі. Осыған байланысты ілгерлемелі түзу қозғалыс кезінде күштер теңдестігінің теңдеуі мына түрде жазылады:

$$F - F_k = m \frac{dv}{dt}. \quad (2.12)$$

Айналмалы қозғалыс үшін

$$M - M_k = J \frac{d\omega}{dt}. \quad (2.13)$$

Бұл (2.13) теңдеу жиі кездесетін,  $J=const$  болатын жағдайды сипаттайды.

Егер  $J=var$ , яғни айнымалы болса, онда

$$M - M_k = J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega}{2} \cdot \frac{dJ}{dt}. \quad (2.14)$$

Бұл (2.14) теңдеу инерция моменттері бұрылу бұрышына тәуелді болатын кесу аппараттарына, ағаш тілетін рамаларға, шатунды механизмдерге қатысты.

Теңдеу (2.13) қозғалтқыш тудыратын момент  $M$  біліктегі кедергі моментімен  $M_k$  және инерциялық немесе динамикaлық моментпен  $J \frac{d\omega}{dt}$  теңгерілетіндігін кәрсетеді.

а) егер  $M > M_k$  болса, онда яғни ЭЖ үдемелі қозғалады;

б) егер  $M < M_k$  болса, онда

орнайды.

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Егер қозғалтқыштың айналдырушы моментінің  $M$  бағыты жетектің айналу бағытына сәйкес болса, онда оның мәні оң болады. Керісінше жағдайда, айналдырушы моменттің мәні теріс болады.

Егер  $M_k$  мәні теріс болса, онда ол тежеуіш момент (затты кесу, жүкті кәтеру, пружинаны қысу кезінде), яғни оның бағыты айналдырушы момент  $M$  бағытына қарама-қарсы.

$M_k$  мәні жүкті түсіру, серпімді пружинаны босату кезінде оң болады.

Кедергі моменттері екі түрге бөлінеді:

- реактивті (қозғалысқа кедергі келтіретін қысу, кесу, үйкеліс моменттері);
- активті (потенциалды - салмақ күші, серпімді пружинаны босату). Активті момент әзінің таңбасын (реактивті моментпен салыстырғанда)

әзгертпейді (мысалы, жүкті кәтергенде және жүкті түсіргенде).

Инерциялық немесе динамикалық момент (теңдеудің оң жағы) жетектің жылдамдығының өзгерісі кезінде, яғни әтпелі үрдіс кезінде ғана өзін кәрсетеді, әрекет етеді. ЭЖ үдемелі қозғалған кезде бұл момент қозғалыс бағытына қарсы бағытталады, ал тежеу кезінде қозғалысты қолдайды.

Жалпы жағдайда ЭЖ-тің қозғалысының теңдеуі:

$$\pm M \pm M_k = J \frac{d\omega}{dt}. \quad (2.15)$$

Моменттер алдындағы таңбаны таңдау қозғалтқыштың жұмыс режиміне және кедергі моментінің сипатына байланысты жүргізіледі.

*Кедергінің және инерцияның келтірілген моменттері.* ЭЖ-тің қозғалысының теңдеуі тек оған кіретін моменттер (күштер) белгілі бір жылдамдыққа қатысты болуы керек. Басқаша айтқанда, моменттер белгілі бір жылдамдыққа келтірілуі керек. Әдетте моменттерді қозғалтқыштың жылдамдығына келтіріледі.

Келтірілген  $M_k$  (жұмыстық машинаның кедергісінің моменті) қозғалтқыштың жылдамдығына келтірілуі үшін қуаттар теңдестігін қолданады:

$$M_k \omega_k = M_m \omega_m, \quad (2.16)$$

мұндағы  $M_k$  - машинаның кедергісінің қозғалтқыштың жылдамдығына ( $\omega_k$ ) келтірілген моменті;

$M_m$  - машинаның жылдамдығы  $\omega_m$  болған кездегі оның кедергісінің моменті.

Бұл (2.16) теңдеуден

$$M_k = M_m \frac{\omega_m}{\omega_k} = \frac{M_m}{i}, \quad (2.17)$$

$$i = \frac{\omega_k}{\omega_m}$$

мұндағы  $i$  – қозғалтқыш пен жұмыстық машинаның арасындағы беріліс қатынасы.

ЭЖ-тегі берілістердегі шығындарды ПӘК-тер арқылы есепке алсақ, онда:

$$M_k = M_m \frac{1}{i_1 i_2 \dots i_n} \cdot \frac{1}{\eta_1 \eta_2 \dots \eta_n}. \quad (2.18)$$



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Соңғы (2.18) теңдеу энергия қозғалтқыштан жұмыстық машинаға берілген жағдайда (қозғалтқыштық режим) сәйкес келеді.

Электрлік машина тежеу режимінде жұмыс жасаса, онда (2.18) теңдеудегі ПӘК-терді бөлшектің алымына қою керек.

Жетектің әр агрегатының өзінiң инерция моменті болатындығына қарамастан ЭЖ қозғалысының теңдеуінде инерция моменті бір ғана мәнмен кіреді. Сондықтан теңдеуге «жұмыстық машина-қозғалтқыш» жүйесінің инерциясының келтірілген моментінің мәнін қою керек.

Жүйенің келтірілген моменті деп жүйенің бөліктері өздерінің нақты жылдамдықтарымен қозғалған кезінде олардың моменттері қандай кинетикалық энергиясы болса, келтірілген жылдамдық кезінде соншама энергиясы бар инерция моментін айтады.

Инерцияның келтірілген моментін анықтаған кезде жүйенің кинетикалық энергиясының қоры өзгеріссіз қалу керектігін есте ұстау керек.

2.7 суреттегі жетек үшін кинетикалық энергияның қоры:

$$I_{\text{кел}} \frac{\omega_{\kappa}^2}{2} = J_{\kappa} \frac{\omega_{\kappa}^2}{2} + J_1 \frac{\omega_1^2}{2} + J_2 \frac{\omega_2^2}{2} + m \frac{V^2}{2} \quad (2.19)$$

мұндағы  $j_{\text{кел}}$ ,  $j_{\kappa}$ ,  $j_1$ ,  $j_2$  – жүйенің инерциясының қозғалтқыштың жылдамдығына келтірілген моменті, қозғалтқыштың инерциясының моменті,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  жылдамдықтармен айналатын берілістің элементтерінің инерцияларының моменттері;

$m$  –  $V$  жылдамдығымен ілгерлемелі түзу қозғалатын элементтердің массасы.

2.7 сурет – «Қозғалтқыш – машина» жүйесінің кинематикалық сұлбасы

(2.19) теңдеуді  $j_{\text{кел}}$  қатысты шешсек, онда

$$I_{\text{кел}} = J_{\kappa} + J_1 \frac{\omega_1^2}{\omega_{\kappa}^2} + J_2 \frac{\omega_2^2}{\omega_{\kappa}^2} + m \frac{V^2}{\omega_{\kappa}^2} \quad (2.20)$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

және жылдамдықтардың қатынастарын берілістік қатынастармен айырбастасак, онда:

$$J_{\text{кв.л}} = J_{\kappa} + \frac{J_1}{i_1^2} + \frac{J_2}{i_1^2 i_2^2} + m \frac{V^2}{\omega_{\kappa}^2}. \quad (2.21)$$

Кейде қозғалтқыштардың каталогтарында  $GD^2$  моменті (кгс·м<sup>2</sup>) көрсетіледі. Бұл жағдайда ротордың инерциясының моменті:

$$J_{\text{ротор}} = \frac{GD^2}{4}, \quad (2.22)$$

мұндағы  $D$  – ротор диаметрі;  $G$  – салмақ күші (салмақ).  
Массасы  $m$  цилиндрдің инерциясының моменті:

$$j = \frac{mR^2}{2}, \quad (2.23)$$

мұндағы  $R$  - цилиндрдің радиусы.

Салмақ центрінен өтетін оське қатысты *дененің инерциясының моменті* деп дененің жеке бөліктерінің массасының осы бөліктерінің айналу осіне дейінгі қашықтықтарының квадраттарының көбейтінділерінің қосындысына тең.

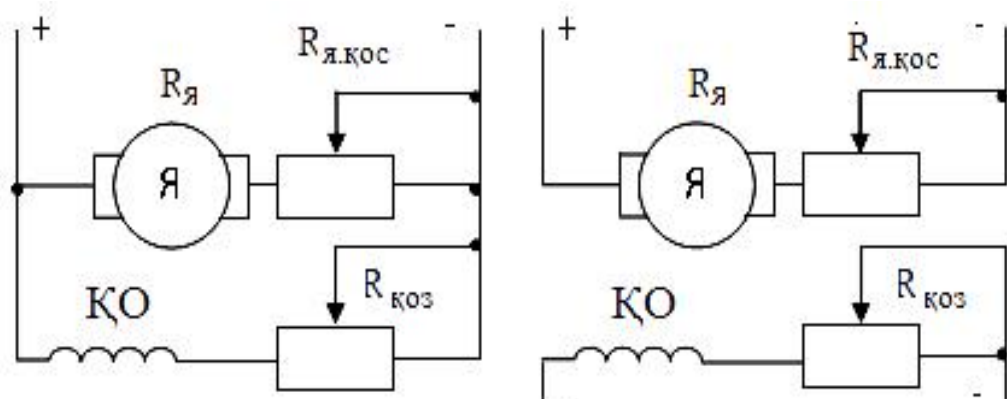
## 27 Тақырып Тұрақты ток қозғалтқыштарын қолданатын электрлік жетектердің механикалық сипаттамалары.

Тұрақты ток қозғалтқышын (ТТҚ) қолданатын электрлік жетектер соңғы кезге дейін реттелетін электрлік жетектердің сапалық көрсеткіштері жоғары деңгейдегі негізгі түрі ретінде саналды.

Тұрақты ток қозғалтқыштардың ішінде қуаты 0,13 кВт... 200 кВт аралығында болатын 2П сериялы қозғалтқыштар өте кең тараған. Меншікті көрсеткіштері жақсартылған жаңа 4П сериялы тұрақты ток қозғалтқыштарында мыс шығыны 30% және оларды жасау шығыны 3 есе азайтылған. Қрандық механизмдер үшін тәуелсіз және бірізді қоздырылатын

Д сериялы, ал металл кесетін станоктар үшін ПБСТ, ПГТ сериялы тұрақты ток қозғалтқыштары жасалынууда.

4.1 суретте параллель және тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның сұлбалары келтірілген.



**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

а) б)  
3.1 сурет – Параллель (а) және тәуелсіз (б) қоздырылатын

ТТҚ-ның сұлбалары

Оларды қоректендіру ортақ қорек кәзінен немесе тәуелсіз түрде жүзеге асырылуы мүмкін.

Қоздыру тәсілі қозғалтқыштың электромеханикалық қасиеттеріне әсер етеді.

Тәуелсіз қоздырылатын (шунттық) ТТҚ біліктегі жүктеме кең ауқымда өзгерген кезде өзінің айналу жылдамдығын аз ғана өзгертеді, сондықтан оларды механизмнің жұмыстық жылдамдығы тұрақты дерлік болуы қажет жағдайларда қолданады.

Тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның артықшылығы - айналу жылдамдығын кең ауқымда жайлап реттеу мүмкіндігінде.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

II сериялы параллель және тізбектей жалғанатын қоздыру орамалары бар, сондықтан олар параллель қоздыру режимінде де, аралас қоздыру режимінде де жұмыс істей алады.

Олардың айналу бағытын өзгерту үшін қоздыру орамасына немесе якорь орамасына берілетін тұрақты кернеудің бағытын өзгерту керек.

ТТҚ-ның негізгі кемшілігі – олардың бағасының қымбаттылығы және тұрақты ток көзінің қажеттілігінде.

## Бақылау сұрақтары

1. Тұрақты ток қозғалтқышы деген не??
2. ТТҚ – ның негізгі кемшілігі
3. ТТҚ-ның артықшылығы?

## 28 Тақырып Тұрақты ток қозғалтқыштарының механикалық және электромеханикалық сипаттамаларының теңдеулері

Электромеханикалық сипаттаманы  $\omega=f(I_{\text{я}})$  қозғалыстағы қозғалтқыштың кернеулерінің, электромагниттік моменттің және ЭҚК-тің теңдеулерінен алуға болады:

$$U = E + I_{\text{я}} R_{\text{я}}; \quad (3.1)$$

$$M = \frac{P}{2\pi} \cdot \frac{N}{a} \Phi I_{\text{я}} = C_{\text{м}} \Phi I_{\text{я}}; \quad (3.2)$$

$$E = \frac{P}{2\pi} \cdot \frac{N}{a} \omega \Phi = C_{\text{м}} \omega \Phi, \quad (3.3)$$

мұндағы  $M$  – электромагниттік момент;

$p$  – полюстер жұптарының саны;  $N$  – активті өткізгіштер саны;

$a$  – якорьдің параллель тармақтарының саны;  $C_{\text{м}}$  – моменттің тұрақты коэффициенті;  $\Phi$  – магнит ағыны;

$I$  – қозғалтқыш тогы;

$R_{\text{я}}$  – якорь тізбегінің толық кедергісі.

(3.1) теңдеуді токқа қатысты шешсек, онда:

$$I_{\text{я}} = \frac{U}{R_{\text{я}}} - \frac{E}{R_{\text{я}}}. \quad (3.4)$$

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

(3.4) теңдеуді (3.3) теңдеуге қойсақ, онда:

$$I_{я} = \frac{U}{R_{я}} - \frac{C_m \Phi}{R_{я}} \omega. \quad (3.5)$$

Бұдан

$$\omega = \frac{U}{C_m \Phi} - \frac{I_{я} R_{я}}{C_m \Phi} \quad (3.6)$$

электрмеханикалық сипаттаманың  $\omega=f(I_{я})$  теңдеуін аламыз.

(3.6) теңдеуде  $(C_m \Phi)$  константа болғандықтан  $\omega=f(I_{я})$  тәуелділігі

сызықты тәуелділік болады.

(3.2) теңдеуден:

$$I = \frac{M}{C_m \Phi}. \quad (3.7)$$

Бұл (3.7) теңдеуді (3.6) теңдеуге қойсақ, онда *механикалық сипаттаманың теңдеуін* аламыз:

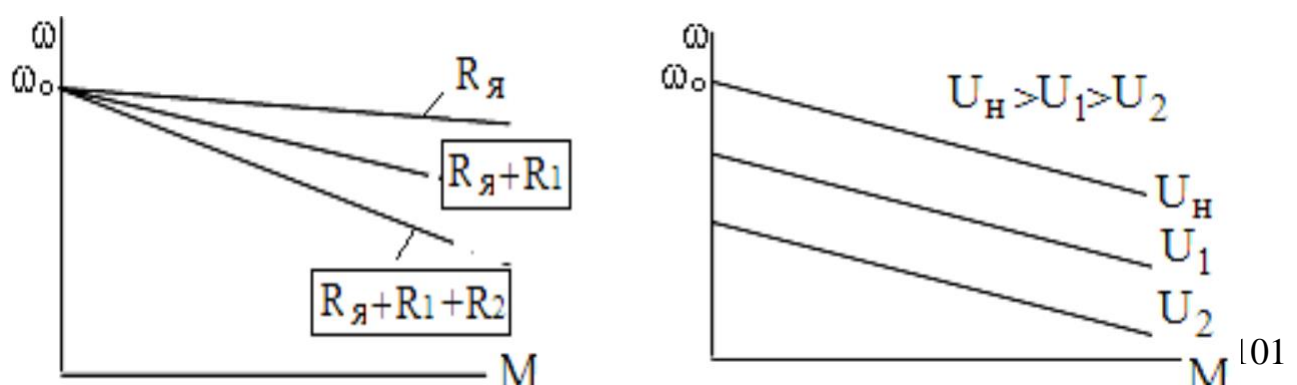
$$\omega = \frac{U}{C_m \Phi} - \frac{MR_{я}}{C_m^2 \Phi^2}. \quad (3.8)$$

Механикалық сипаттама  $\omega=f(M)$  түзу сызық түрінде бейнеледі (3.2 сурет).

Механикалық және электрмеханикалық сипаттамалардың екі ерекше нүктесі болады: бос жүріс нүктесі ( $M=0$ ), қысқаша тұйықталу нүктесі ( $\omega=0$ ).

*Тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның айналу жылдамдығын реттеу*

*тәсілдері.* Механикалық және электрмеханикалық сипаттамалардың теңдеулерінен ТТҚ айналу жылдамдығын үш түрлі тәсілмен реттеуге болатындығын көруге болады: магнит ағынын (қоздыру тоғын) өзгерту арқылы; якорь тізбегінің кедергісін өзгерту арқылы және якорь тізбегіне берілетін кернеуді өзгерту арқылы (3.2...3.5 суреттер).



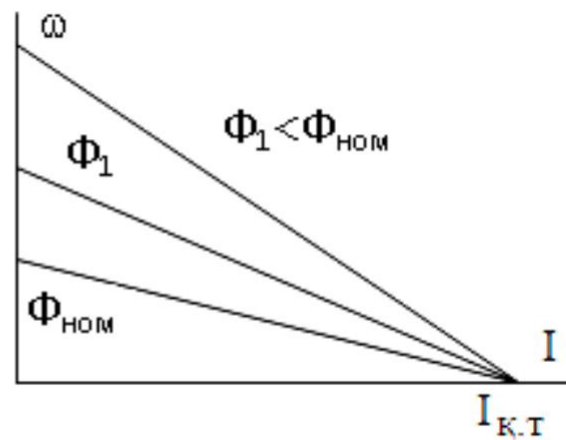
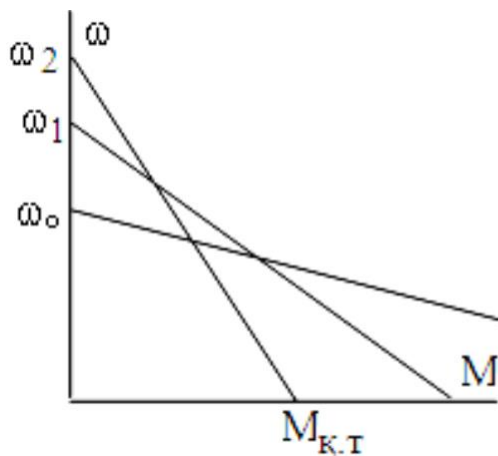
# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

3.2 сурет - Тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның қозғалтқыштың айналу жиілігін якорь тізбегіндегі кедергі арқылы реттеу кезіндегі сипаттамалар

3.3 сурет - Тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның қозғалтқыштың айналу жиілігін якорь орамасына берілетін кернеу арқылы реттеу кезіндегі сипаттамалар

*Қысқаша тұйықталу режимі* (3.4 және 3.5 суреттер) электр тізбегінің қысқаша тұйықталуына емес, *толық тежелген якорь жағдайына* сәйкес келеді.

Жоғарыдағы суреттердегі графиктерді талдау кернеу мен кедергі арқылы реттеу айналу жылдамдығын азайту бағытында, ал магнит ағыны арқылы реттеу айналу жылдамдығын көбейту бағытында жүретіндігін көрсетеді.



3.4 сурет - Тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның қозғалтқыштың айналу жиілігін магнит ағынын өзгерту арқылы реттеу кезіндегі механикалық сипаттамалары

3.5 сурет - Тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның қозғалтқыштың айналу жиілігін магнит ағынын өзгерту арқылы реттеу кезіндегі электрмеханикалық сипаттамалары

## Бақылау сұрақтары

1. Тұрақты ток қозғалтқыштарының механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларының теңдеулерін айт

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

2. Тәуелсіз қоздырылатын ТТҚ-ның айналу жылдамдығын реттеу тәсілдерін айт.

## 29 Тақырып Электрлік жетектің қозғалтқышының қуатын анықтау

Жүзеге асырылатын таңдау әрекетінің мақсаты - жұмыстық машинаның берілген технологиялық циклін қамтамасыз ететін, қоршаған ортаның жағдайына сәйкес келетін және қызуы рұқсат етілген қызу деңгейінен аспайтын қозғалтқыш іздеу, таңдау. Қуаты қажетті қуаттан артық қозғалтқыштарды қолдануға болмайды, әйткені бұл жағдайда жетектің бағасы, энергияның шығыны әсесі, ал ПӘК және қуат коэффициенті азаяды.

Әдетте қозғалтқыш таңдау мынадай ретпен жүргізіледі: қуатты есептеу;

қозғалтқыштың алғашқы нұсқасын жорамалдап таңдау; таңдалған қозғалтқышты жүргізіп жіберу, артық жүктелу, қызу шарттары бойынша тексеру. Егер тексеру шарттары орындалмаса, онда қуаты үлкенірек қозғалтқыш таңдаймыз.

Қозғалтқыштың типін технологиялық үрдіске қойылатын талаптарға (үдеу, тежеу, жылдамдықты реттеу диапазоны және т.б.) сәйкес таңдалады.

Қозғалтқыш токтың түріне, кернеудің мөлшеріне, айналу жылдамдығына, конструкциялық жасалу нұсқасына байланысты таңдалады.

Егер жұмыстық механизмге қажет қуат белгілі болса, онда *SI режимі үшін* ұзақ мерзімді *тұрақты жүктеме* кезінде қуат есептеу айтарлықтай жеңіл.

Мысалы, желдеткіштің қозғалтқыштың қуаты:

( 6.8

мұндағы  $V$  – желдеткіштің өнімділігі;  
 $p$  – желдеткіштің қысымы;

$\eta_{ж}$  – желдеткіштің ПӘК-і;  
 $\eta_{б}$  – берілістің ПӘК-і.

Ұзақ мерзімді *айнымалы жүктеме* кезінде қозғалтқыш қуаты әдетте токтың, моменттің, қуаттың немесе шығынның балама (эквиваленттік) мөлшерлері тәсілі бойынша анықтайды. Мысалы, балама қуат тәсілін қолданған кезде өзгермелі жүктемені қандай да бір балама (эквиваленттік) шамамен айырбастайды.

Жүктеменің графигінің тікбұрышты учаскелері үшін:

$$P_{\text{экр}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (6.9)$$

Ұзақ мерзімді *айнымалы жүктеме* үшін қозғалтқыштың қуатын таңдаған кезде мынадай шарт орындалуы керек:

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

$$P_{\text{ном}} \geq (1,2\dots 1,3)P_{\text{экв}}. \quad (6.10)$$

Каталогтан қуаты есептік қуатқа ең жақын және үлкен электрлік қозғалтқыш таңдайды. Кейбір жағдайда жүргізіп жіберуші моменттің жеткіліктігін тексеру керек, өйткені кейбір механизмдерге орнынан қозғалған сәтте үлкен үйкеліс кедергі жеңуге тура келеді. Сондықтан:

$$M_{\text{жж}} \geq (1,2\dots 1,5)M_{\text{үйк}}. \quad (6.11)$$

Қысқа мерзімді режим S2 кезінде және жүктеменің диаграммасы болғанда  $P_{\text{экв}}$  қуатын анықтау керек, онан кейін S2 режимге арналған арнаулы қозғалтқыш таңдау керек. Бұл жағдайда нормаланған ( $KY_{\text{нор}}$ ) және нақты жағдайдағы ( $KY_{\text{нақ}}$ ) қосылудың салыстырмалы ұзақтықтарын есепке алу керек:

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{экв}} \sqrt{\frac{KY_{\text{нор}}}{KY_{\text{нақ}}}}. \quad (6.12)$$

Егер ұзақ мерзімді жұмыс режиміне арналған қозғалтқышты қысқа мерзімді режимде қолданса, онда жұмыстық кезеңнің аяғына қарай температураның өсуі оның есептік тұрақталу мәніне дейін жетпейді, яғни бұл жағдайда қозғалтқыш қызу бойынша, демек, қуат бойынша толық пайдаланбайды. Бұл жағдайда қозғалтқышты толық пайдалану үшін оны қуат бойынша артығырақ жүктеу керек.

Қозғалтқыштың артық жүктелуін және қызуын сандық бағалау үшін жылулық артық жүктелу коэффициенті және механикалық артық жүктелу коэффициенті қолданылады:

$$p_{\text{ж}} = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_{\text{ж}}}{T_{\kappa}}}}; \quad (6.13)$$

$$p_{\text{м}} = \sqrt{(1 + a)p_{\text{ж}} - a}, \quad (6.14)$$

мұндағы  $t_{\text{ж}}$  - қозғалтқыштың жұмысының ұзақтығы;

$T_{\kappa}$  - қызудың уақыт тұрақтысы, асинхронды қозғалтқыштар үшін жуықтап  $T_{\kappa}=15\dots 35$  мин немесе мына өрнек бойынша анықталады:

$$T_{\kappa} = 6 \frac{m \cdot \tau_{\text{қос}} \cdot \eta_{\text{н}}}{P_{\text{н}}(1 - \eta_{\text{н}})}, \quad (6.15)$$

мұндағы  $a$  - қозғалтқыштың қуатының тұрақты шығынының айнымалы шығынға қатынасы, асинхронды қозғалтқыш үшін  $a=0,5\dots 0,7$ .



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Қозғалтқыштың қуаты мына әрнек бойынша анықталады:

$$P_{ном} \geq P_{экв}/\rho_m.$$

Қайталанбалы-қысқа мерзімді режим S3 үшін арнаулы қозғалтқыш (S3) таңдағанда (6.12) әрнегі қолданады.

S3 режимінде жұмыс жасайтын S1 режимінің қозғалтқышының жылулық артық жүктелу коэффициенті:

$$P_{ж} = \frac{1 - e^{-\frac{t_{ж} + \beta_0 t_0}{T_{\kappa}}}}{1 - e^{-\frac{t_{ж}}{T_{\kappa}}}}, \quad (6.17)$$

мұндағы  $\beta_0$  – жылу берудің нашарлауы коэффициенті.

Механикалық артық жүктелу коэффициенті (6.14) формула бойынша, ал қуат (6.16) бойынша анықталады.

### Бақылау сұрақтары

1. Желдеткіштің қозғалтқыштың қуатының формуласы
2. Қозғалтқыштың типін технологиялық үрдіске қойылатын талаптарға қандай шамалар жатады
3. Ұзақ мерзімді айнымалы жүктеме үшін қозғалтқыштың қуатын таңдаған кезде қандай шарт орындалуы керек:

### 30 Тақырып Электрлік қозғалтқыштың қызуы және суыуы

Электр машиналарында болатын шығындардың бәрі жылуға айналады. Бұл жылудың бір бөлігі машинаның материалдарын қыздыруға кетеді, ал қалған бөлігі қоршаған ауаға тарайды. Машинаның қызуы оның бүкіл көлемінде біркелкі, ал машинаның барлық сыртқы қабырғаларынан жылудың қоршаған ауаға тарауы біркелкі жүреді деп шартты түрде қабылданса, онда машина үшін *жылу теңдестігінің теңдеуі* мына түрде жазылады:

$$qdt = mcdt + S\lambda\tau dt, \quad (6.1)$$

мұндағы  $q = \sum P$  - уақыт бірлігі ішінде машинада бөлінетін жылу мөлшері, Дж/с;

$\sum P$

– машинадағы барлық шығын, Вт;

– машинаның қызуына кететін жылу мөлшері;

-  $m$  машинаның массасы;

$c$

- машинаның материалының меншікті жылу сыйымдылығы;

$\tau$  - машинаның температурасының қоршаған ауаның температурасынан ауытқуы (асқын қызу температурасы);

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$S\lambda\tau$

- машинаның қабырғаларынан уақыт бірлігі ішінде қоршаған ауаға тарайтын жылу мөлшері;

$\lambda$  –

тараудың жылулық коэффициенті, яғни машинаның қабырғаларының ауданының бірлігінен ауаға берілетін жылу мөлшері.

Машина іске қосылған бастапқы кезде, яғни машинаның температурасы қоршаған ауаның температурасымен ( $\theta_1$ ) бірдей болған кезде ( ауытқу немесе асқын қызу  $\tau = 0$  ), қоршаған ауаға жылу берілмейді ( $S\lambda\tau dt = 0$ ), ал машинада бөлінетін барлық жылу (шығын) оны қыздыруға жұмсалады. Уақыт өте келе машинаның температурасы қоршаған ауаның температурасынан асқан кезде ( $\tau > 0$ ), жылудың бір бөлігі қоршаған ауаға тарай бастайды.

Уақыт өткен сайын машинаның температурасы біртіндеп көтеріледі де, белгілі бір уақыттан кейін температураның өсуі тоқтап, тұрақты мәнге ( $\theta_{тұр} = \text{const}$ ) ие болады, яғни машина тұрақталған режимге көшеді. Бұл кезде машинада бөлінетін бар жылу қоршаған ауаға беріледі. Бұл жағдай үшін жылулық теңдестік теңдеуі:

$$q dt = S\lambda\tau_{тұр} dt, \quad (6.2)$$

мұндағы

$$\tau_{тұр} = \theta_{тұр} - \theta_1. \quad (6.3)$$

(6.2) теңдеуден табамыз:

(6.4)

Бұл (6.4) теңдеуден мынадай қорытынды шығаруға болады:

а) асқын қызудың тұрақталған температурасы  $\tau_{тұр}$  машинаның

массасына  $m$  тәуелді емес, ол - уақыт бірлігі ішінде машинада бөлінетін жылу

мөлшерімен,  $q$  яғни машинадағы барлық шығынның  $\Sigma P$  қуатымен анықталады;

б) асқын қызудың тұрақталған температурасы машинаның сыртқы (салқындайтын) қабырғаларының ауданына және тараудың жылулық коэффициентіне кері пропорционал, яғни машинаны салқындату қарқынына байланысты.

Арнаулы салқындату тәсілдері қолданылатын (жасанды салқындатылатын) машиналардағы мәні табиғи салқындатылатын

$\tau_{\text{тұр}}$   
S

# КГКП КОСТАНАЙ ШКОЛЫ КИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ И ВИСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

машиналардағы  $\tau_{\text{тұр}}$  мәніне қарағанда айтарлықтай төмен болады.

Машинаның температурасы қоршаған ауаның температурасымен ( $\theta_1$ ) бірдей болған кезде оны электр желісіне қоссақ, онда машинаның асқын қызу температурасының уақытқа тәуелді өзгерісі мына теңдеу арқылы әрнектеледі:

$$\tau = \tau_{\text{тұр}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_k}} \right), \quad (6.5)$$

мұндағы  $e = 2,718$  - натурал логарифмнің негізі;

$T_k$  - қызудың уақыт тұрақтысы, ол машинаның сыртқы қабырғасынан

қоршаған ортаға жылу берілмеген жағдайда машинаны тұрақталған температураға дейін қыздыру үшін қажет уақыт.

(6.5) әрнек бойынша тұрғызылған машинаның қызу графигі экспоненттік қисық түрінде бейнеленеді (6.1,а сурет). Ол машинаның асқын температурасы тұрақты мәнге жетуі үшін белгілі бір уақыт қажет екендігін кәрсетеді.

Алғашқы кезде қызу үрдісі қарқынды жүреді де, кейіннен тұрақты мәнге жақындаған сайын баяулайды. Теориялық тұрғыдан  $\tau = \tau_{\text{тұр}}$  болу үшін  $t =$

$\infty$  болу керек. Қызу графигінің басқы жағына жүргізген жанаманың

$$\tau_{\text{тұр}} = \text{const}$$

сызығын қиып өткен кезде пайда болған кесіндінің ұзындығы масштаб бойынша алған кезде қызудың уақыт тұрақтысын  $T_k$  анықтайды. Сонымен, физикалық тұрғыдан уақыт тұрақтысы  $T_k$  қызу графигі түзу

сызық болған жағдайда асқын қызу температурасының тұрақты мәнге  $\tau_{\text{тұр}}$  қанша уақытты жететіндігін білдіреді.

Шынайы жағдайда, яғни қызу графигі түзу сызық болмаған жағдайда, асқын қызу температурасы тұрақты мәнге  $\tau_{\text{тұр}}$  жетуі үшін қажет уақыт  $t = (4 \dots 5) T_k$  тең есептейді.

*Электрлік қозғалтқыштың сууы.* Егер машинаны электр желісінен айырсақ, онда оның қызуы тоқтайды да, қоршаған ортаға машинаның материалында жинақталған жылу беріледі. Бұл жағдайда асқын қызудың температурасы біртіндеп қоршаған ортаның температурасына дейін

төмендейді, яғни  $\tau = 0$  болғанша төмендейді (6.1,б сурет). Машинаның сууының бұл (салқындау) үрдісі мына теңдеу арқылы сипатталады:

$$\tau = \tau_{\text{тұр}} e^{-\frac{t}{T_c}}, \quad (6.6)$$

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

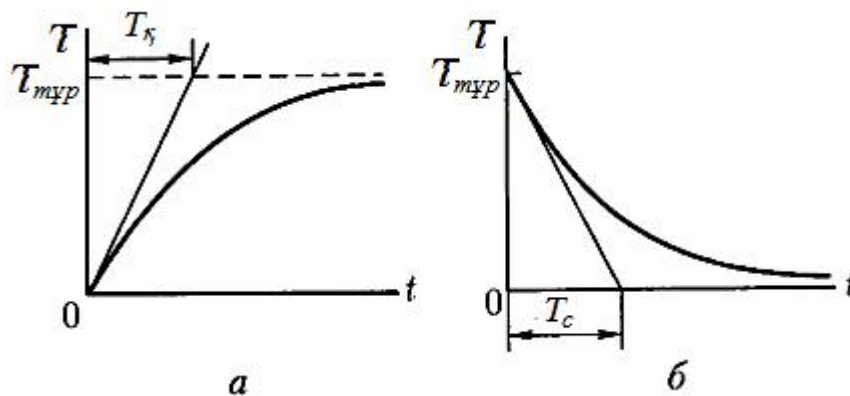
мұндағы  $T_c$  – суудың уақыт тұрақтысы, с.

Асқын қызу температурасы нөлге жетуі үшін қажет уақыт

$$t = (4 \dots 5) T_c$$

тең болады есептейді.

Сонымен, қызудың және суудың уақыт тұрақтылары жылулық үрдістердің жылдамдықтарын сипаттайды. Уақыт тұрақтысы неғұрлым аз болған сайын, машина соғұрлым тез қызады.



6.1 сурет – Электр машинасының қызу (а) және суу (б) графиктері

Электр машиналарының бөліктері жұмыс кезінде қызатындықтан олар үшін асқын қызудың рұқсат етілген температуралары белгіленген. Машинаның орамасының оқшаулағышы (изоляциясы) жоғары температураға өте сезімтал келеді, оның температурасы рұқсат етілген температурадан асқан жағдайда қызмет ету мерзімі азаяды.

Электротехникалық бұйымдарда қолданатын оқшаулағыш материалдар қызуға тәзімділік деңгейіне байланысты 5 класқа бөлінеді: А, Е, В, F және Н. Электр машиналарында В, F және Н кластарына жататын оқшаулағыш материалдар қолданылады. Машиналардың орамаларының оқшаулағыштары үшін рұқсат етілген температуралардың ең жоғарғы мәндері төменгі кестеге сәйкес қабылданады (3 кесте).

Асқын қызу мойынтіректерге және түйіспелік сақиналарға кері әсерін тигізеді.

Қоршаған ортаның температурасы  $\theta_1$  айтарлықтай жоғары болған жағдайда (мысалы, металлургия әндірісінде)  $\theta_1=40^\circ\text{C}$  тең етіп қабылдайды.

3 кесте - Орамаларының оқшаулағыштары үшін рұқсат етілген температура

Оқшаулағыш қызуға тәзімділік класы	В	F	Н
Оқшаулағыштың рұқсат етілген температурасының ең жоғарғы мәні, $^\circ\text{C}$	130	155	180
Машинаның орамасының рұқсат етілген температурасының ең жоғарғы мәні, $^\circ\text{C}$	120	140	165
Ораманың рұқсат етілген температурасының жоғарғы мәні (асқын $\theta_1=40^\circ\text{C}$ болғанда), $^\circ\text{C}$	80	100	125
Ораманың кедергісін есептеуге пайдаланатын	75	115	115

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

жұмыстық температура, °С

Бақылау сұрақтары

1. Жылу теңдестігінің теңдеуін жаз
2. Электр машинасының қызу және суу графиктерін сал

**4 бөлім. Жарықтандыру қондырғылары құрылғысының принциптік негіздер  
31 Тақырып Оптикалық сәулелер және сәулелену спектрлері**

Оптикалық сәулелену – 100-ден 1000 нм дейінгі толқын ұзындығы бар электромагниттік сәулелену. Электромагниттік сәулелену бір секундта тербелістердің толық циклы санын көрсететін тербеліс жиілігімен немесе бір тербеліс уақытына сәулеленуіне таралатын арақашықтығымен, яғни тербеліс ұзындығымен сипатталады. Сәулеленудің тарау жылдамдығы мына формула бойынша анықталады:

$$c = f\lambda, \text{ м/с,}$$

мұндағы  $\lambda$  – толқын ұзындығы, м;

$f$  – электромагниттік тербелістердің жиілігі, Гц.

Оптикалық сәулелену толқын ұзындығына байланысты ультра күлгін, көрінетін және инфрақызыл сәулелену болып бөлінеді.

Ультра күлгін сәулелену.

Ультра күлгін сәулелену деп – көрінетін және рентгендік сәулеленулер арасындағы спектріне орналасқан көзге көрінбейтін оптикалық сәулеленуді атайды. Ультра күлгін сәулелену үш топқа бөлінеді: УФ-А - 315 нм-ден 380 нм дейін; УФ-В - 280-315 нм; УФ-С - 100- 280 нм. Ультра күлгін сәулеленудің ауданы шартты түрде жақын (400-200 нм) және алыс немесе вакуумдық (200-10 нм) болып бөлінеді; соңғы атауы осы бөліктің ультра күлгін сәулеленуі ауамен жұтылумен және оның зерттеуі вакуум ішінде жүргізілуімен негізделінеді.

Жақын ультра күлгінің диапазонын көбінесе «қара жарық» деп атайды, себебі ол адам көзіне көрінбейді, бірақ кейбір материалдардың көрінісі кезінде спектр көрінетін сәулелену ауданына өтеді.

Алыстағы және тәжірибелік диапазон үшін «вакуумдық» термині жиі қолданылады, өйткені осы диапазонның толқындары Жер атмосферасымен қатты жұтылады.

Ультра күлгін сәулеленудің негізгі табиғи көзі Күн, ал УК сәулеленудің жасанды көздері жарықтың газразрядты көздері, эритемді шамдар, бактерицидті шамдар мен сәулелендіргіштер болып табылады.

Ультра күлгін сәулеленуді пайдалану аймағы.

УК сәулелену ауаны және беттерді зарарсыздандыру үшін тамақ өнеркәсібі кәсіпорындарында кең қолданылады. Ультра күлгін шамдар бактериялар мен микроорганизмдерді өлтіруге қабілетті, сондықтан «кварцтық» шамдар адамдардың көп

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

шоғырлану орындарында ауаны дезинфекциялау үшін кең қолданылады. Жалған құжаттардан қорғау үшін ультра күлгін жарықтандыру талабында ғана көрінетін оларды ультра күлгін белгілерімен жабдықтайды. Ультра күлгін сәулелену ойын-сауық мақсатында да пайдалынады: сахнада жарық эффектілерін құрастыру үшін.

Көрінетін сәулелену.

Көрінетін сәулелену – 380 - нен 780 нм дейін спектр бөлігін алатын және көру сезімін тудыратын оптикалық сәулелену. Әртүрлі жиілікті жарық сәулеленуі адаммен әртүрлі түстермен қабылданады.

Ақ түсті сәуленің ыдырауы кезінде призмада спектр пайда болады, онда толқындардың әртүрлі ұзындықты сәулеленуі әртүрлі бұрышпен сынады. Спектрге кіретін түстер, яғни бір ұзындықпен (немесе өте тар диапазонмен) жарық толқындарымен алынатын түстер спектральды түстер деп аталынады. Негізгі спектральды түстер: күлгін (380-440 нм), көк (440-485 нм), көгілдір (485-500 нм), жасыл (500-565 нм), сары (565-590 нм), қызғылт сары (590-625 нм) және қызыл (625-780 нм).

Инфрақызыл сәулелену.

Инфрақызыл сәулелену - көрінетін жарықтың қызыл соңымен (780 нм толқын ұзындығымен) және радиосәулеленудің (1 мм толқын ұзындығымен) қысқа толқындары арасындағы спектральды аймақты алатын оптикалық сәулелену.

Инфрақызыл сәулелену алатын барлық аудан әртүрлі толқын ұзындығы бар 3 диапазонға бөлінеді:

- қысқа толқындар 800-ден 1400 нм дейін;
- орташа толқындар 1400-ден 3000 нм дейін;
- ұзын толқындар 3000-ден 10000 нм дейін.

Әдетте инфрақызыл сәулелену микрометрмен өлшенеді. Инфрақызыл сәулелену температурасы абсолюттік нөлден жоғары барлық денелермен шығарылады.

Инфрақызыл сәулеленуді тағы да «жылу» сәулелену деп атайды, себебі қызған заттардан инфрақызыл сәулелену адам терісімен жылуды сезіну сияқты қабылданады. Бұл кезде денемен шығарылатын толқындар ұзындығы қыздыру температурасынан тәуелді: температура жоғары болған сайын, тоқын ұзындығы қысқа және сәулелену интенсивтілігі жоғары болады.

Инфрақызыл сәулеленудің көздері.

Табиғи көздерге жататындар: Күн сәулеленуі, жанар таулар, ыстық сулар, атмосферадағы жылулық массатасымалдау үрдістері, орман өрттері, барлық қызған денелер.

Технологиялық көздерге жататындар: газразрядты шамдар, көмір және электрлік доғалар, шиыршығы бар электрлік плиталар, плазмалық қондырғылар, электр қыздыру құралдары, пештер, қозғалтқыштар, генераторлар, атом реакторлары, инфрақызыл лазерлер.

Инфрақызыл сәулеленуді қолдану аймағы.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Инфрақызыл сәуле физиотерапияда, қашықтықтан басқару,

өдірісте

лак-бояу беттерін кептіру, тамақ өнімдерін зарарсыздандыру үшін, антикоррозияға қарсы құралдарда, үй-жайларды және дала кеңістіктерін жылыту үшін, талшықты-оптикалық байланыс жүйелерінде қолданылады.

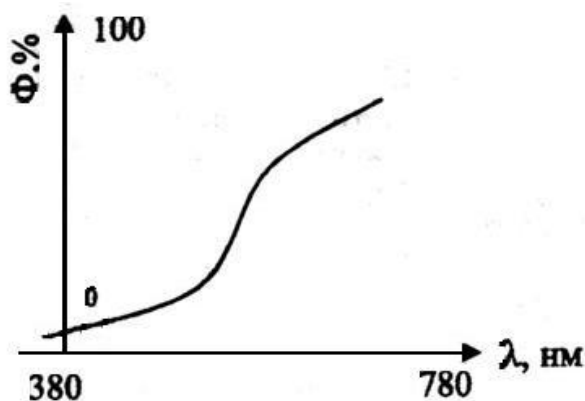
Сәулелену спектрлары.

Сәулелену спектры – толқын ұзындықтары бірқатар тәртіппен өзгеретін сәулеленулер жиынтығы.

Заттар сәулеленуінің спектрлік құрамы алуан түрлі. Бірақ осыған қарамастан, тәжірибе көрсеткендей барлық спектрларды тұтас, сызықты және жолақты деп үш типке бөлуге болады.

Тұтас спектр.

Тұтас спектр – толқын ұзындығы интервалын үзілусіз толтыратын монохроматтық құраушылар, сәулелену жүретін шекспектрі, (1 сурет)



1 сурет – Сәулеленудің тұтас спектрі

Тұтас спектр қызған қатты және сұйық заттарды, көп қысымда қыздырылған газдарды шығарады. Күн спектры немесе доғалық шам спектры үздіксіз болып табылады.

Үздіксіз спектрдың сипаттамасы мен оның бар болуы жеке атомдардың сәулеленуінің қасиеттерімен ғана емес анықталынады, бірақ үлкен дәрежеде атомдардың бір-бірімен өз-ара әрекет етуіне тәуелді. Үздіксіз спектрдің сипаты мен оның өзінің болуы жеке сәулеленетін атомдармен ғана емес, сонымен қатар атомдардың бір-бірімен әрекеттесуімен де анықталынады.

Үздіксіз спектрды жоғары температуралы плазмада бере алады. Электрмагниттік толқындар плазмамені, негізінде электрондардың иондармен соқтығысуы кезінде сәулеленеді.

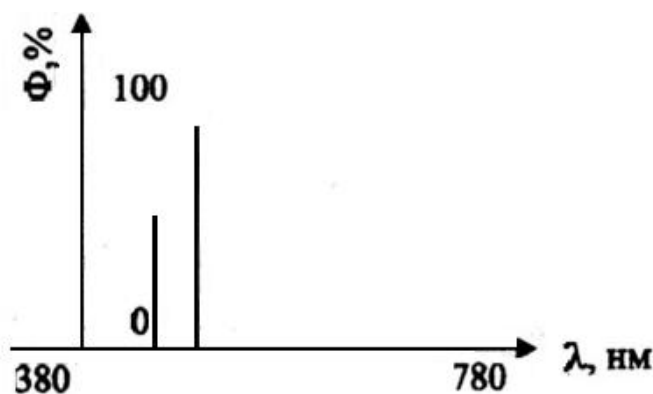
Сызықты спектрлер.

Сызықты спектр – монохроматикалық сәулеленулердің бір-біріне жанаспайтын жеке тұратын спектр (2 сурет).

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Сызықты спектр атомарлық жағдайда аз тығыздықты газбен, бұмен сәулеленеді. Өртүрлі орналасуға ие, өртүрлі түсті (толқындар ұзындығы,

жиіліктер) жеке сызықтардан тұрады. Өрбір атом белгілі жиілікті электрмагниттік толқындар жиынын шығарады. Сондықтан өрбір химиялық элементтің өзінің спектрі бар.

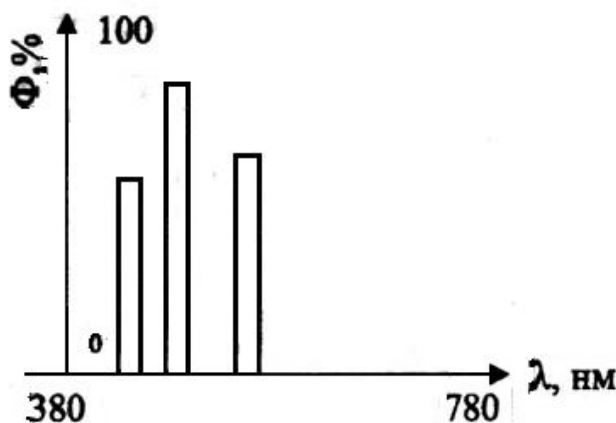


2 сурет – Сәулеленудің сызықты спектрі

Жолақты спектрлер.

Жолақты спектр – көп тығыз орналасқан сызықтардан тұратын, монохроматтық құраушылары дискреттік топты (жолақ) тудыратын спектр, (3 сурет).

Жолақты спектр – молекулярлы жағдайда газбен шығарылатын спектр.



3 сурет – Сәулеленудің жолақты спектрі

Жолақты спектр қара аралықтарға бөлінген жеке жолақтан тұрады. Жоғары сапалы спектралды аппарат көмегімен өрбір жолақтың өзара өте тығыз орналасқан сызықтар санының жиынтығын көруге болады. Жолақты спектрлардың сызықты спектрлардан айырмашылығы бір-бірімен әлсіз байланысқан немесе байланыспаған, атомдармен емес молекулалармен жасалатынында.

Сызықты спектрлерді бақылағандай, молекулалы спектрлерді бақылау үшін әдетте от буының немесе газ разрядтарының жарқырауын қолданылады.

## Бақылау сұрақтары

1. Көрінетін сәулелер
2. Инфрақызыл спектрлер



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

3. Инфрақызыл сәулелену алатын барлық аудан әртүрлі толқын ұзындығы бар неше диапазонға бөлінеді және оларды ата

## 32 Тақырып Жарық шамалары және олардың өлшем бірліктері

Жарықтың сандық және сапалы параметрлерін бағалау үшін арнайы жарық шамаларының жүйесі орнатылынған.

Сандық параметрлеріне жарық ағыны  $\Phi$ , жарық күші  $I$ , жарықтылық  $E$ , беттік жарығы  $L$  және шағылысу коэффициенті  $\rho$  жатады. Сапа көрсеткіштері көру жұмысының шартын сипаттайды. Ол дегеніміз фон, қарсы нысанның фоны бар кереғарлық шамасы  $K$ , көрушілік  $V$ , көз шағылыстыратын көрсеткіш  $P$ .

Жарық ағыны.

Жарық ағыны  $\Phi$  – уақыт бірлігінің аудан бірлігі арқылы өтетін энергияның сәулелену саны. Жарық ағыны – бұл адам көзімен жарық ретінде қабылданатын және жарық көзінің қуатын сипаттайтын сәулелі ағын бөлігі.

Жарық ағыны мына формуламен анықталынады:

$$\Phi = \square \frac{dQ}{dt},$$

мұндағы  $Q$  – сәулеленетін энергияның саны, Вт;  $t$  – сәулеленетін энергияның уақыт бірлігі, с.

Жарық ағынының өлшем бірлігі - люмен (лм).

Жарық ағыны тек физикалық емес, сонымен қатар физиологиялық шама ретінде анықталынады, себебі оның өлшемі көзбен қабылдауға негізделінеді.

Жарық ағынын кеңістікте де және бетте де бағалау қабылданған. Бірінші жағдайда сипаттама жарық күші  $I$  – жарық ағынының жазықтық тығыздығы, ал екінші жағдайда жарықтылық  $E$  сипаттамасы болып табылады.

Жарық көзінен жарық ағынын өлшеу арнайы құралдар көмегімен – сфералық фотометрлермен жүргізіледі. Өлшеу қиындылығы барлық бағытқа шығарылатын ағынды өлшеуде болып табылады. Ол үшін сфералық шағылысу коэффициенті 1-ге жақын өзі сферасы сфералық фотометрді пайдаланады. Зерттелінетін жарық көзі сфераның ортасына енгізіледі және сфераның қабырғасына орнатылған және көздің қисық спектрлі сезуіне тең, өткізу қисығы бар фильтрмен қапталған фотоэлементтің көмегімен жарық көзінің жарық ағынына фотоэлементтің жарықтығына пропорционал сигнал өлшенеді. Алынған сигналды эталонды жарық көзінің сигналымен салыстыру жолымен жарық көзінің абсолюттік жарық ағынын өлшеуге болады.

Жарық күші.

Барлық жарық көздері, соның ішінде жарықтандыру құралдары кеңістікте жарық ағынын біркелкі таратпайды, сондықтан жарық ағынының кеңістіктегі тығыздығына жарық күші деген шама енгізілген (4 сурет).

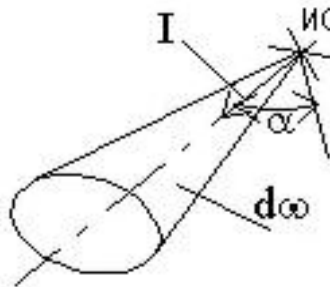
# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Жарық күші  $I$  – жарық ағынының кеңістік тығыздығы. Жарық көзінен шығатын және элементарлы дене бұрышы ішінде таралатын жарық ағынының осы бұрыш шамасына қатынасымен анықталынады:

$$I = \frac{\Phi}{\Omega},$$

- мұндағы  $\Phi$  – жарық ағыны, лм;  
 $\Omega$  – денелік бұрыш, ср.

Жарық күші канделамен өлшенеді (кд). Майшаммен таралатын жарық күші мысалыға бір канделаға тең.



4 сурет – Жарық күші

Жарықтылық.

Жарықтылық  $E$  – бетке түсетін, жарық ағынымен шығарылатын беттің жарығын сипаттайтын физикалық шама. Жарықтылық дегеніміз – элементтің бетіне, осы элементтің ауданына түсетін жарық ағынына қатынасы (5 сурет):

$$E = \frac{\Phi}{S},$$

- мұндағы  $\Phi$  – жарық ағыны, лм;  
 $S$  – жарық бетінің ауданы, м<sup>2</sup>. Жарықтылықтың өлшем бірлігі – люкс (лк).

Жарықтылық жарық күшіне пропорционал. Кеңістіктен арақашықтық

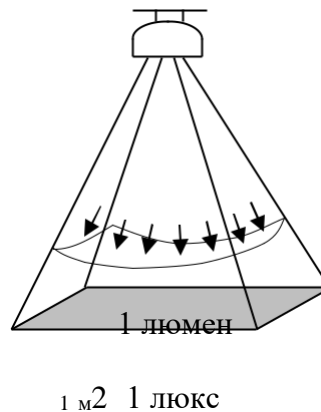
# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

ұзаған сайын жарықтылық азайып арақашықтың квадратына пропорционал болады. Жарық сәулесінің жарықтандырылатын бетке көлбеу құлаған кезінде жарықтылық сәуленің құлауының косинус бұрышына пропорционал.

$$E = \frac{I \cos \alpha}{l^2}$$

- мұндағы  $I$  – жарық күші, кд;  
 $l$  – жарық көзінің жарықтандырылатын бетке дейінгі арақашықтығы, м;  
 $\alpha$  – жарықтандырылатын бетке жарықтың құлау бұрышы.

Басқаша айтқанда, люкспен жарық түсетін беттің жарықтылығын өлшейді. Жарықтылықты анықтау үшін люксметр деп аталатын құрал қолданылады. Ең қолайлы жарықтандыру 200 люксті құрайды. Көптеген кеңсе ғимараттары үшін жарықтылық 120-250 лк, қоймалар – 60-120 лк, өндірістік ғимараттар үшін - 120 - 500 лк жеткілікті.



5 сурет – «Жарықтандыру» ұғымын анықтау үшін

Жарықтық.

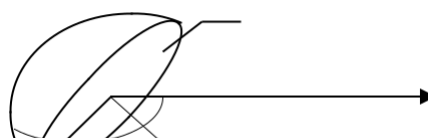
Жарықтық  $L$  дегеніміз – жарық күшінің осы бетпен сәулеленетін оның проекциясының ауданына қатынасы (6 сурет):

$$L = \frac{I \cos \alpha}{S}$$

- мұндағы  $I$  – белгілі бір бағыттағы беттің жарық күші, кд;  
 $S$  – беттің ауданы, м<sup>2</sup> ;

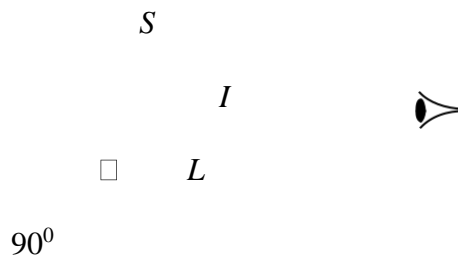
- $\alpha$  – біз білуге қажетті жарықтық перпендикулярларының жазықтық пен бағыты арасындағы бұрышы.

Жарықтық бірлігі – бір шаршы метрге кандела (кд/м<sup>2</sup>).



**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---



6 сурет – «Жарықтық» ұғымын анықтау үшін

Барлық фотометриялық шамалар ішінен жарықтық көру сезімдеріне өте жақын байланысты, себебі көздің тор қабығындағы денелер көрінісінің жарықтылығы осы денелер жарықтылығына пропорционал.

Ол жарық күшіне, кеңістікке жарық ағынының құлау бұрышына, заттардың түсіне және т.б. тәуелді. Шамадан тыс жарықтық жылтырлық деп аталады.

Денелік бұрыш.

Денелік бұрыш  $\omega$  деп конустық бетпен шектелінген кеңістік бөлігін

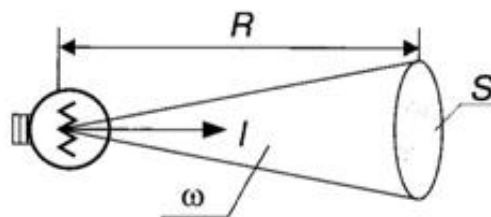
атайды. Денелік бұрыш сферадағы ықтиярлы радиусы бұрышымен белгіленетін ауданның осы радиусы квадратының қатынасына тең (7 сурет):

$$\omega = \frac{S}{R^2}$$

мұндағы  $R$  – ықтиярлы радиус, м;

$S$  – денелік бұрышпен көрсетілген аудан, м<sup>2</sup>.

Денелік бұрыштың өлшем бірлігі стерадиан (ср) болып табылады.



7 сурет – Денелік бұрыш

Шағылысу коэффициенті.

Заттардың оларға түсетін жарық сәулесінің қабілеті шағылысу коэффициентімен  $\rho$  сипатталады.

Шағылысу коэффициенті – бұл қандайда бір беттік шағылысуы жарық ағынының қандайда бір жарық көзінен немесе шамдалдан осы бетке түсетін жарық ағынына қатынасы:

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{шаг.}}}{\Phi_{\text{пад.}}}$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Заттың шағылысу коэффициенті жоғары болған сайын, ол жарық болып

көрінеді. материалдардың шағылысу коэффициенті материалдардың құрамына және бетті өңдеу сипатына байланысты.

Фоны бар нысанның кереғарлығы.

Фоны бар нысанның кереғарлығы  $K$  қарастырылатын нысан мен

фонның жарықтылығы қатынасымен сипатталынады:

$$d \quad \square \frac{L_n}{L_f}$$

мұндағы  $L$  – фонның жарықтылығы, кд/м<sup>2</sup>;

$L_n$  – нысанның жарықтылығы, кд/м<sup>2</sup>.

$\rho > 0,5$  кезіндегі фоны бар нысанның кереғарлығын үлкен, 0,2-0,5 кезінде орташа және  $K < 0,2$  кезінде кіші деп санайды.

Көрушілік.

Көрушілік  $V$  – бұл көз қабілеттілігінің нысанды оның жарықтылығынан, көлемінен, фоны бар нысанның кереғарлығынан және экспозицияның ұзақтығынан тәуелділігін қабылдау:

$$V \square \frac{K}{K_{кер}}$$

мұндағы  $K$  – фоны бар нысанның кереғарлығы;

$K_{кер}$  – шекті кереғарлық, яғни көзбен ажыратылатын кереғарлық.

Көз шағылыстыратын көрсеткіш.

Көз шағылыстыратын көрсеткіш  $P$  – жарықтандыру қондырғысының шағылысу әрекетін бағлау өлшемі, мына өрнекпен анықталынады:

$$P \square (S \square 1) \square 1000 ,$$

мұндағы  $S$  – көру өрісінде шағылыстыру көздерінің бар болуы мен жоқ болуы кезіндегі жарықтықтың әртүрлі шекті қатынасына тең көз шағылыстыратын коэффициент.

**Бақылау сұрақтары**

1. Жарық ағыны деген не?
2. Жарықтылық деген не?
3. Шағылысу коэффициент деген не?

. 33 Тақырып Жарық ағынын есептеу тәсілдері

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

Жарық ағынының әдісі (жарық ағынының қажетке жарату коэффициентінің әдісі) көлбеу жұмыс бетінің жанында жалпы жарықтандыруды есептеу үшін қолданылады. Есептеу формуламен есептеледі:

$$\Phi_{\text{Л}} = \frac{100 \cdot E_{\text{Н}} \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta} \quad (1.1)$$

мұнда  $E_{\text{Н}}$  кесте бойынша таңдалған жарықтандыру мөлшері, лк ;

$S$  кеңістіктің ауданы;

$Z$  минималды жарықтандыру коэффициенті 1, 1-1, 5 аралығындағы мәндерді қабылдайды

$k$  қосымша коэффициенті арнайы кесте бойынша қолданылады, зертхананың шарттары үшін  $k= 1,5$  люминесценттік шамдарда,  $k= 1,3$  шоктану шамдарында қолданылады;

$N$  алдын ала белгіленген шешім үшін қолданылатын бөлме шамдарының саны;

$h$  осы жазықтық үшін шам қолданатын жарық ағының (бірлік мөлшерлегі) коэффициенті.

$h$  шамасының коэффициенті қабырғашамының пайдалы әсер коэффициенті мен жұмыс істеу жазығының  $\rho_{\text{Р}}$ , қабырғасының  $\rho_{\text{С}}$ , төбенің  $\rho_{\text{П}}$  және бөлме индексінің шағылу коэффициентіне байланысты келесі формула бойынша анықталады:

$$i = \frac{A \cdot B}{N_{\text{р}} \cdot (A + B)} \quad (1.2)$$

мұнда  $A, B, N_{\text{р}}$  – сәйкесінше ұзындығы, ені және аспалы шамның биіктігі

1.1 - кесте – Шамның жарық ағынын қолдану коэффициенті, □

Люминесценттік шамдар																		
Жарықтың түрі	ОД			ДР, ПВЛ-6			ОДО			ОДОР			ШОД			ШЛП		
$r_{\text{П}}, \%$	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30
$r_{\text{С}}, \%$	50	50	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	50	30	50	50	30
$i$	Қолдану коэффициентінің мағынасы, %																	
0,5	30	25	20	28	24	21	29	21	26	26	20	17	22	16	14	22	20	17
0,6	34	29	25	32	27	24	32	26	30	30	24	20	28	21	18	27	25	21
0,7	38	33	29	35	30	27	36	29	34	34	28	23	32	24	21	30	28	24
0,8	41	36	33	38	33	29	40	33	37	37	31	26	35	27	24	33	30	27
0,9	45	39	35	41	36	32	42	36	40	40	33	28	38	30	27	35	32	29
1,0	47	42	38	44	38	34	46	38	42	42	35	30	41	32	29	37	34	31
1,1	50	44	40	46	41	36	48	41	45	45	37	33	43	34	31	39	36	32
1,25	53	48	43	48	44	39	51	44	48	48	40	35	46	37	34	42	38	34
1,5	57	52	47	52	47	43	54	48	51	51	43	38	50	40	37	45	40	37
1,75	60	54	51	54	50	46	59	51	54	54	46	41	53	43	40	47	42	40
2,0	62	57	54	56	52	49	61	53	56	56	48	43	55	45	42	48	44	42

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

2,25	64	59	56	58	54	51	63	55	58	58	50	45	57	47	44	50	46	43
2,5	65	60	57	60	55	52	65	56	59	59	51	46	59	48	45	51	47	44
3,0	67	63	60	62	58	55	67	59	61	61	53	48	61	50	48	53	49	46
3,5	69	65	62	63	59	57	69	61	63	63	55	50	63	52	50	55	51	48
4,0	70	66	64	64	61	58	70	62	64	64	56	51	65	54	51	56	52	49
5,0	72	69	66	65	62	60	72	65	66	66	58	53	67	56	53	58	53	51

Есептелген жарық ағыны  $\Phi$  бойыша 1.2 кестедегі стандарты (әдеттегі) жарық көздері тобынан шамның түрін таңдайды.

1.2 - кесте - Жарық беру көздері

Параметрлер шамдар							
қыздыру шамдары, 220 В		Люминесцентті шамдар					
Түрі мен қуаты	Жарық ағыны, лм	Тип	$\Phi$ , лм	Тип	$\Phi$ , лм	Тип	$\Phi$ , лм
В-15	105	ЛДЦ 15-4	475	ЛДЦ 30-4	1375	ЛДЦ 65-4	2900
В-25	220	ЛД 15-4	650	ЛД 30-4	1560	ЛД 65-4	3390
Б-40	400	ЛХБ 15-4	640	ЛХБ 30-4	1605	ЛХБ 65-4	3630
БК-40	460	ЛТБ 15-4	665	ЛТБ 30-4	1635	ЛТБ 65-4	3780
Б-60	715	ЛБ 15-4	720	ЛБ 30-4	1995	ЛБ 65-4	4320
БК-60	790	ЛДЦ 20-4	780	ЛДЦ 40-4	1995	ЛДЦ 80-4	3380
Б-100	1350	ЛД 20-4	870	ЛД 40-4	2225	ЛД 80-4	3865
Г-150	2000	ЛХБ 20-4	890	ЛХБ 40-4	2470	ЛХБ 80-4	4220
Г-200	2800	ЛТБ 20-4	925	ЛТБ 40-4	2450	ЛТБ 80-4	4300
Б-200	2920	ЛБ 20-4	1120	ЛБ 40-4	2850	ЛБ 80-4	4960
Г-300	4600					ЛБ 80	5220
Г-500	8300					ЛД 80	4070
Г-750	13100						
Г71000	18600						

Бақылау сұрақтары

1. Қандай жарықтардыру көздерін білесіз
2. люминесценттік шамдар үшін к нешеге тең?

### 34 Тақырып Жарықтандыру қондырғылары құрылғысының принциптік негіздері

Электромагниттік аппараттар.

Электрмагниттік аппараттардағы балласт ретінде әрқашан дроссель, ал люминесценттік шамдарда кейбір кездерде дроссель мен конденсатор жиынтығы қолданылады.

Дросселдер – бұл арнайы электртехникалық болат ленталарынан немесе лакталған пластиналардан жиналған, жүрекшеге оқшауланған мыс сымдарымен оралған катушка. Дросселдердің индуктивтілігі дроссель мен шамның (фазалар әртүрлігі) кернеу соммасы қоректенін тораптың керенуіне тең болатындай есептелінеді.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Дроссель индуктивтілігі катушкадағы орам санымен, жүрекше үшін қолданылатын болат түрімен және жүрекшедегі саңылау шамасымен анықталынады. Ереже бойынша, жүрекше үшін пластиналар III әріпі түрінде және оның астындағы қосқыштар O әріпінің жартысы түрінде жасалынады. Катушкалар жылуға төзімді пластмассалардан құйылған немесе штампталған каркаспен оралады. Пластиналар жиынтығы екі жақтан каркастың саңылауына салынады, ал олардың арасына электртехникалық картоннан немесе алюминийден төсемелеріне қатаң анықталынған шамамен тесік пайда болады. Катушка бойымен айналымы электр тогының өтуі кезінде жүрекше ток жиілігімен қайта магниттелінеді. Осыған жүрекше пластинасының қажетті энергиясы жұмсалынады. Сол себептен жүрекшелер болатын толық пластиналары мен ленталарынан жиналады. Жартылай жүрекше арасындағы саңылау дроссель индуктивтілігін төмендетуге, сәйкесінше шам арқылы токтың өсуіне әкелетін жүрекшенің магниттік қанықтыруын болдырмау үшін қажет. Қайта магниттелуге кеткен шығыннан басқа, дроссельдерде катушка сымдарында да шығындар болуы мүмкін, себебі әрбір сым қандайда бір электрлік токқа кедергі тудырады.

Дроссель катушкасы оралатын сым диаметрі екі қарама қайшы негізгі компромис арқылы таңдалады: Сымның диаметрі үлкен болған сайын катушкадағы шығындар аз болады, бірақ қымбат мыста шығын көп болады, яғни қымбат болған сайын дроссель ауыр болады. Практикада жұмыс кезінде дроссель қызуы берілген шамадан аспайтындай етіп сым диаметрін таңдайды. Дроссельдерге «С» бақылау нүктесі қойылады, ал дроссельдердің параметрлері санына осы нүктедегі температура көрсетіледі, мысалы,  $t_c = 130$  °С. Бұл осындай дроссельмен шамдалдың қалыпты жұмысы кезіндегі температурасы жоғарыда көрсетілгеннен жоғары болатынын білдіреді.

Дроссельдердегі қуаттар шығындары шам қуатынан (шамның қуаты үлкен болған сайын шығын үлесі аз болады) 10-нан 100% -ға дейін құрайды. Шет елдерде люминесценттік шамдарға арналған дроссельдер шығын деңгейі бойынша үш топқа бөлінеді: D тобы – «қалыпты шығындар» (қуаты 18 Вт – 30% дейін, 36 Вт – 25%, 58 Вт – 20% шамдар үшін); C тобы – «төмен шығындар» (сәйкесінше 25, 20 және 15%); B тобы – «аса төмен шығындар» (20, 15 және 12%). Электр энергиясын үнемдеу және қоршаған ортаны қорғау

мақсатында Еуропалық Одақтың Халықаралық экономикалық комиссиясының шешімімен 2001 жылдың желтоқсанынан D топты дроссельдерді шығару Еуропалық Одақтың барлық елдерінде жойылуы қажет еді, ал 2005 жылдың соңында C топты дроссельдер де шығарылмауы тиіс болатын. Алайда бұл мәселе толығымен шешілмеген, осы уақытқа дейін көптеген фирмалар әлі де C топты дроссельдерді шығарып сатуда (әсіресе Ресейге және ТМД елдеріне). Ресей МС-да қуат шығыны деңгейі бойынша дроссельдерді топқа бөлу жоқ. Тәжірибе көрсеткендей, барлық ресейлік дроссельдер D тобына жатады.

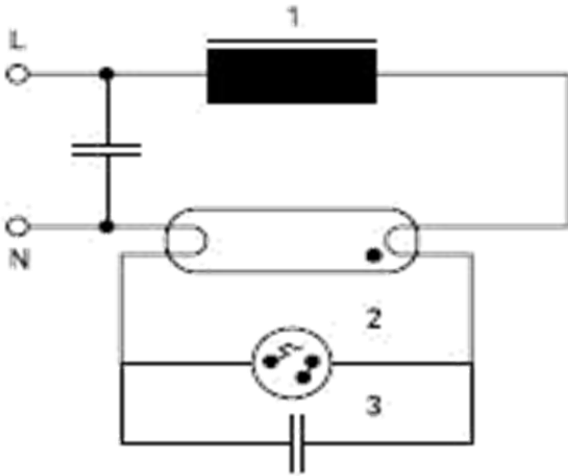
19 суретте люминесценттік шамдардың – стартер дроссельдік қарапайым және кең тараған сұлбасы көрсетілген. Қажетті деңгейде шам арқылы токты шектеу үшін дроссель 1 қолданылады. Шамға параллель және оның екі электродына стартер 2 қосылған.

Стартер – бұл бір шартты қанағаттандыратын разрядты құрал: разрядты жаңдыру кернеуі торап кернеуінен төмен болуы керек, бірақ шамның жану кернеуінен жоғары болуы қажет. Стартердегі контактердің бірі биметаллдық лентадан, яғни кеңейтудің әртүрлі жылу коэффициенттерімен екі металдың қатаң түрде қосылу жолымен алынған лентадан жасалынады. Барлық елдерде стартерлер түбінде екі контактісі бар цилиндр түрінде бір конструктивті жасалумен шығарылады. Стартерлер тораптың екі номиналды кернеуіне шығарылады: 110–130 В және 220–230 В.



**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---



19 сурет – Люминесценттік шамдардың қосылу сұлбасы (сол жағы)

Дроссельдері бар разрядты шамдардың қосылу сұлбасы қарапайым, сенімді, және сондықтан да кең қолданысқа ие, ал жоғары қуатты шамдар үшін баламасыз болып табылады. Алайда бұл сұлбалардың кемшіліктері бар:

- 1) Дроссельдерде қуат пайдасыз жоғалады (аз қуатты люминесценттік шамдары бар шамдалдар дроссельдеріндегі шығындар шам қуаттарымен өлшемдес).
- 2) Дроссельдер кернеу мен ток арасындағы фаза ығысуын тудырады, ол қосымша құрылғыларды - өтемелеу конденсаторларын пайдалануды қажет етеді.
- 3) Дроссельдер жұмыс кезінде гуіл дыбыстарын тудырады.
- 4) Стартердроссельдік сұлбалардағы люминесценттік шамдарды қосқан кезде жыпылықтайды, ол көзге жағымсыз, сонымен бірге шамның қызмет етуін төмендетеді және қосымша радиокедергілерді туғызады.
- 5) Барлық разрядты шамдар дроссельдермен жұмыс кезінде пульсациялаушы жарықты түрлендіреді, пульсация тереңдігі 100% жетуі мүмкін.
- 6) Дроссельдер ауыр, ол разрядты шамдары бар шамдалдардың массасы мен құрылысына айтарлықтай әсер етеді. Өтемелеуші конденсаторларды пайдалану осы кемшілікті одан әрі ұлғайтады.

**Бақылау сұрақтары**

1. Электромагнитті аппараттар деген не?
2. Дроссельдің кемшілігі нед?
3. Люминесцентті шамлардың қосылу сұлбасын көрсет

**35 Тақырып Негізгі жарық техникалық ұғымдар мен бірліктер**

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Жарықтандыру - қоршаған әлемді көзбен көріп қабылдауды қамтамасыз ететін күн энергиясының жарығы мен жасанды жарық көздерін қолдану.

Жарық адамның денсаулық пен жоғары еңбек өнімділігін сақтауға арналған, ең нәзік және әмбебап сезім мүшесі - көру анализаторының жұмысына негізделген адамның табиғи өмір сүруіне қажетті шарт болып табылады. Жарық адам ағзасының қоршаған ортамен тікелей байланысын қамтамасыз ете отырып көру мүшесі үшін және тұтас ағза үшін дабылдық тітіркендіргіш болып табылады: жеткілікті жарықтандырудың жеткіліктілігі адамды сергітеді, жоғары жүйке жүйесінің іс әрекетінің негізгі үрдістерінің барысын жақсартады, зат алмасу және иммунды биологиялық үрдістерді ынталандырады, адам ағзасының физиологиялық қызметінің тәуліктік ырғағының қалыптасуына әсер етеді. Бізді қоршаған әлем туралы негізгі ақпараттар ағыны 90% шамасында көзбен көру арқылы қабылданады. Өндірістік жарықтандырудың гигиеналық ұтымдылығының маңызы аса зор.

## Негізгі жарықтық техникалық түсініктер мен бірліктер.

Жарық көзбен көрінетін толқын ұзындығы 380-700 нм оптикалық диапазонындағы көру анализаторының торлы қабығымен қабылданатын электромагниттік толқындары болып табылады.

Көздің әртүрлі толқын ұзындығындағы сәулелер сезімталдығы әртүрлі болып келеді. Көздің көрінетін спектрдегі әртүрлі толқын ұзындықтарының бірдей сәулелік қуатын әртүрлі бағалау қасиеті **көздің спектралды сезімталдығы** деп аталады.

Көз сарғыш-жасыл түстерді - толқын ұзындығы ( $\lambda$ ) 555 нм-ге тең сәулелерді бәрінен де жақсы қабылдайды. Егер көздің толқын ұзындығы 555 нм болатын сәулелену сезімталдығын бірге тең деп алсақ, онда көрінетін диапазондағы басқа толқындардың бірдей қуаттылықтағы сәулеленуі көздің сезімталдығынан бірден төмен болады.

Жарық ағымы ( $\Phi$ ) - пайда болған көзбен сезіну арқылы бағаланатын сәулелік энергия қуаты, Люменмен (лм) өлшенеді. Жарық ағаманың бірлігі - люмен - қараңғы бұрышта нүктелік жарық көзімен шығарылатын жарық ағымы (жарық күші  $1^1$  кандела  $1$  болғанда  $1$  стерадиан<sup>2</sup> болады). Жарық ағамын кеңістіктегі жарық күші бойынша немесе беткейдегі жарықтылық бойын

Кандела (кд) - толық сәулелендіргіштің  $1/600000$  м<sup>2</sup> қимасы ауданынан осы қимаға кесе көлденең бағытта платинаның қатаю температурасы ( $2042$  °К) мен  $101325$  н/м<sup>2</sup>  $3 \cdot 10^4$  Кд/см<sup>2</sup> қысымында шығатын жарық күшіне тең болатын жарық күшінің бірлігі.

Стерадиан (денелік бұрыштың бірлігі) - сфера бетінен оның радиусының квадратына тең ауданды кесіп өтетін денелік бұрыш.

Жарық күші -  $1$  стерадианға тең денелік бұрыштың ішінде таралатын жарық ағымы (Кд).

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Жарықтыңдыру (E) жарық ағамының (Ф) S ауданымен беткеймен таралуы болып табылады және  $E = \Phi/S$  өрнегімен өрнектеледі.

Жарықтандырудың өлшем бірлігіне люкс жатады (лк) -ауданы  $1\text{ м}^2$  беткейінің 1 лм ( $1\text{ лм}/\text{м}^2$ ) жарық ағамымен жарықтандырылуы. Беткейдің жарықтандырылуы оның жарықтық қасиеттеріне байланысты болмайды.

Еңбек гигиенасы тұрғысынан, жарықтандырудың үлкен маңызы бар, ол бойынша өндірістік үй-жайлардағы жарықтандыру жағдайы қалыпты және жарықтық құрал-жабдықтармен есептелінеді. Көріп қабылдау физиологиясында түсетін жарық ағамына емес, жарықтандырылған беткейлерден көздің бағытында шағылысатын жарықтандырылатын өндірістік және басқа да нысандардың жарықтық деңгейі маңызды болып табылады. Көзбен қабылдау жарықтандырумен емес, жарықпен анықталады. Жарықтық дегеніміз жарықтанатын денелердің қандай да бір бағыттағы жарық күшінің осы бағытқа кесе көлденең жазықтықта кесіп өтетін жарықтанатын беткейлердің кесу ауданына қатынасына тең сипаттамасы. Жарықтық нитпен өлшенеді (нт). Жарықтандырылған беткейлердің жарықтығы олардың жарықтық қасиеттеріне, жарықтандыру дәрежесіне және қарастырылатын беткейдің бұрышына тәуелді болады.

ағамының шамасы. Жарқырағыштық квадрат метрдегі люменмен ( $\text{лм}/\text{м}^2$ ) өлшенеді.

Беткейге түсетін жарық ағамы жарықтандырылатын денеден жартылай шағылысады, сіңіріледі немесе жарып өтеді. Сондықтан да, жарықтандырылатын беткейлердің жарықтық қасиеттері оған түсетін жарық ағамының шамасымен ғана емес, сондай-ақ шағылысу  $\delta$ , өткізу  $\gamma$  және сіңірілу  $a$  коэффициенттерімен сипатталады, соның ішінде барлық жағдайларда  $\delta + \gamma + a = 1$  болады.

Шағылысу коэффициенті ( $\delta$ ) - денемен шағылысқан жарық ағамының түсетін ағымға қатынасы

Беткейлерден жарықтың шағылысуы олардың боялуына, күйі мен құрылысына байланысты болады. Мысалы, ашық түсті ағаштан жасалған беткейдің шағылысу коэффициенті 35-40% тең, таза ақпен әктелген төбенің шағылысу коэффициенті - 75-80%.

Өткізу коэффициенті орта арқылы өткен жарық ағамының түсетін жарық ағамына қатынасына тең болады.

Сіңірілу коэффициенті, денемен сіңірілген жарық ағамының түсетін жарық ағамына қатынасына тең. Жарықтығы шағылысқан немесе өткен жарықта барлық бағыттарда бірдей болып қалатын беткейлерді диффузды деп атайды. Шағылысқан жарықта диффузды беткейлерге қағаздардың, маталардың, ағаштың, өңделмеген металдардың және т.б. тегіс беткейлері өзінің қасиеттері бойынша жақындау және жиілігі тең келеді; ал өткізетін жарықта - тек сүт тектес әйнекке үқсайды. Негізгі көру қызметтері мен олардың жарықтандыруға тәуелділігі, еңбек үрдісінде аса маңызды рөл алатын көру қызметтеріне жатады:

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

- контрасты сезімталдылық;
- көру өткірлігі;
- бөлшектерді ажырату жылдамдығы;
- анық көру тұрақтылығы;
- үстік сезімталдылық.

Көздің, нысан мен фонның минимальды жарықтық деңгейін ажырата алу қабілеті **контрасты** (ажыратушылық) **сезімталдылық** деп аталады. Контрасты сезімталдылықтың нысандардың жарықтандырылу жағдайы мен көз аса бейімделген жарықтыққа тәуелділігі анықталған. Максимальды контрасты сезімталдылық 100-2200 нт шамасындағы фонның жарықтығымен қамтамасыз етіледі. Бұл шамалардан тыс контрасты сезімталдылық төмендейді.

Көру алаңында, өте үлкен жарықтықтың болуы уақытша соқырлық туғызады, бірақ торлы қабаттың жарық сезгіш элементтерінің зақымдалуына да алып келуі мүмкін.

Көру өткірлігі - жекелеген нысандарды минимальды ажырата алу қабілеттілігі. Қалыпты көз  $1^\circ$  бұрышпен көрінетін екі нүктені ажырата алады, өндірістік жағдайларда жарықтық жағдайдың басқа да шарттарымен қатар жарықтандыруда көру өткірлігіне үлкен әсер етеді. Жарықтандырудың белгілі бір деңгейлерге дейін өсуімен қатар көру өткірлігі де жоғарылайды.

Ұсақ заттар мен жекелеген бөлшектерді қысқа мерзімде ажырату қажеттілігімен байланысты, жұмысты сәтті орындау үшін оларды ажырату жалдымдағы маңызды болып келеді, ол көзбен қабылдау жылдамдығы. Бұл қызмет түрі де жарықтандыруға тікелей байланысты.

Қарастырылатын заттың бейнесін көз, тек нақты көру жұмысына жұмсалынған жалпы уақыттың тек аз ғана бөлігінде сақтап қала алады, бұл көздің бөлшектің бейнесін анық сақтап қалу қабілетіндегі анық көру тұрақтылығы деп аталады.

Бұл қызметтің жағдайы анық көру уақытының қарастырылатын бөлшекті жалпы қарау уақытындағы қатынаспен анықталады. Жарықтандыру деңгейінің жоғарылауы кезінде анық көру тұрақтылығының жоғарылауы және жұмыс барысында көздің шаршауы нәтижесінде, оның төмендеуі байқалады. Жарықтандырудың бірдей жағдайлары кезінде анық көру тұрақтылығы, аз кернеулікті жұмыста кернеулі жұмысқа қарағанда жоғары болады.

Көру жұмысын орындаған кезде түсті сезіну сияқты көру қызметіне белгілі бір орын беріледі. Түсті ажыратумен байланысты жұмыстарды орындағанда бұл қызметтің маңызы арта түседі.

Түс сезінудің ең жақсысы, табиғи жарықтандыруда (күн көзімен), сонымен қатар түстілігіне түзету енгізілген люминисцентті шамдармен жасалынады.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Түсті сезіну басқа да көру қызметтеріне әсерін тигізеді. Көру өткірлігі, көзбен қабылдау жылдамдығы, анық көру тұрақтылығы, ең соңында көру қабілеттілігі спектрдің сары бөлігінде ең жоғары шегіне жетеді және шеттеріне қарай бағытта біртіндеп төмендейді, соның ішінде ең төмен көрсеткіштер көк түске тән.

Оңтайлы түстер аумақ көздің максимум спектральды сезімталдылығымен монохроматты сәулеленуге сәйкес келеді.

Көру жұмысының сәтті болуында көру бейімделігі, яғни көздің өзгерген жарықтану жағдайына бейімделуі маңызды орын алады. бейімделу үрдісінің арқасында көру анализаторы жарықтандырудың кең диапазондарында жұмыс істеуге қабілетті. Жарық пен қараңғылық бейімделу түрлерін ажыратады. Жарыққа бейімделу - көздің көру алаңының жоғары жарық жағдайында жұмыс істеуге бейімделуі. Жарыққа бейімделу көру алаңында жарық жоғарылаған кезде тез жүреді - 5-10 минут; қараңғылық бейімделу - көздің көру алаңындағы аса төмен жарыққа бейімделуі, баяу болады (30 минуттан 2 сағатқа дейін). Бейімделу үрдісі фотохимиялық және жүйкелік үрдістермен, көздің торлы қабатындағы рецептивтік алаңдардың қайта құрылуымен, көз қарашығының диаметрінің өзгеруімен жүреді.

Жарық деңгейінің жиі өзгеріп тұруы көру қызметтерінің төмендеуіне, көздің шектен тыс бейімделуі салдарынан, зорығуға алып келеді. Керенулі еңбекпен және жиі қайта-қайта бейімделумен байланысты көздің зорығуы көрудің және жалпы жұмысқа қабілеттіліктің төмендеуіне алып келеді.

## Бақылау сұрақтары

1. Жарықтандыру деген не?
2. Негізгі жарықтық техникалық түсініктер мен бірліктер.
3. Шағылысу коэффициенті

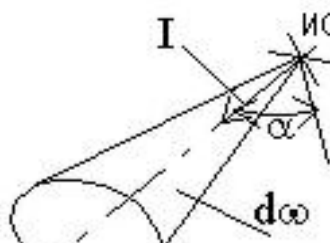
## 36 Тақырып Жарық күші

Жарық күші  $I$  – жарық ағынының кеңістік тығыздығы. Жарық көзінен шығатын және элементарлы дене бұрышы ішінде таралатын жарық ағынының осы бұрыш шамасына қатынасымен анықталынады:

$$I = \frac{\Phi}{\Omega},$$

- мұндағы  $\Phi$  – жарық ағыны, лм;  
 $\Omega$  – денелік бұрыш, ср.

Жарық күші канделамен өлшенеді (кд). Майшаммен таралатын жарық күші мысалыға бір канделаға тең.



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

4 сурет – Жарық күші

Жарықтылық.

Жарықтылық  $E$  – бетке түсетін, жарық ағынымен шығарылатын беттің жарығын сипаттайтын физикалық шама. Жарықтылық дегеніміз – элементтің бетіне, осы элементтің ауданына түсетін жарық ағынына қатынасы (5 сурет):

$$E = \frac{\Phi_s}{T}$$

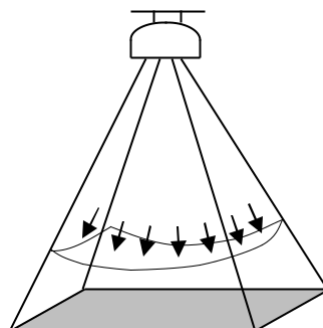
мұндағы  $\Phi$  – жарық ағыны, лм;  
 $T$  – жарық бетінің ауданы, м<sup>2</sup>. Жарықтылықтың өлшем бірлігі – люкс (лк).

Жарықтылық жарық күшіне пропорционал. Кеңістіктен арақашықтық ұзаған сайын жарықтылық азайып арақашықтың квадратына пропорционал болады. Жарық сәулесінің жарықтандырылатын бетке көлбеу құлаған кезінде жарықтылық сәуленің құлауының косинус бұрышына пропорционал.

$$E = \frac{I \cos \alpha}{l^2}$$

мұндағы  $I$  – жарық күші, кд;  
 $l$  – жарық көзінің жарықтандырылатын бетке дейінгі арақашықтығы, м;  
 $\alpha$  – жарықтандырылатын бетке жарықтың құлау бұрышы.

Басқаша айтқанда, люкспен жарық түсетін беттің жарықтылығын өлшейді. Жарықтылықты анықтау үшін люксметр деп аталатын құрал қолданылады. Ең қолайлы жарықтандыру 200 люксті құрайды. Көптеген кеңсе ғимараттары үшін жарықтылық 120-250 лк, қоймалар – 60-120 лк, өндірістік ғимараттар үшін - 120 - 500 лк жеткілікті.



**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

1 люмен

$1 \text{ м}^2$  1 люкс

5 сурет – «Жарықтандыру» ұғымын анықтау үшін

Жарықтық.

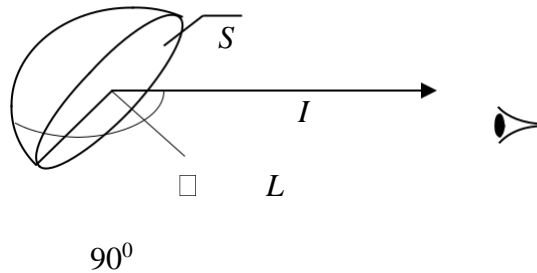
Жарықтық  $L$  дегеніміз – жарық күшінің осы бетпен сәулеленетін оның проекциясының ауданына қатынасы (6 сурет):

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha},$$

мұндағы  $I$  – белгілі бір бағыттағы беттің жарық күші, кд;  
 $S$  – беттің ауданы,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha$  – біз білуге қажетті жарықтық перпендикулярларының жазықтық пен бағыты арасындағы бұрышы.

Жарықтық бірлігі – бір шаршы метрге кандела ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ).



6 сурет – «Жарықтық» ұғымын анықтау үшін

Барлық фотометриялық шамалар ішінен жарықтық көру сезімдеріне өте жақын байланысты, себебі көздің тор қабығындағы денелер көрінісінің жарықтылығы осы денелер жарықтылығына пропорционал.

Ол жарық күшіне, кеңістікке жарық ағынының құлау бұрышына, заттардың түсіне және т.б. тәуелді. Шамадан тыс жарықтық жылтырлық деп аталады.

Бақылау сұрақтары

1. Жарық күші деген не?
2. Жарықтылық деген не?
3. Жарықтық деген не?

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

## 37 Тақырып Қазіргі жарық көздері

Жарық көздері, жарық түсіру аспаптары

Жасанды жарықтандыру үшін пайдаланылатын жарық көздерін екіге бөлінеді, газразрядты шамдар және қыздыру шамдары. Қыздыру шамдарының жарық көздері жылу сәуле болып табылады. Көрінетін радиациялық электр тогы жылытуда вольфрам тізбегі алынды. Электр разрядты ауа қабатындағы инертті газдың және металл буының оптикалық диапазоны нәтижесінде газразрядты шамдар пайда болады, сондай-ақ люминесценция құбылыстарға байланысты көрінетін жарық көрінбейтін ультракүлгін сәулесін түрлендіреді.

Жарық көздерін бір-бірімен салыстыру және таңдау кезінде, келесі параметрлерді пайдаланады: номиналды кернеуі  $U$  (В), шамның электр қуаты  $P$  (Вт); шамның шығаратын жарық ағыны  $\Phi$  (лм) немесе ең жоғары жарық қарқындылығы  $I$  (кд); жарық шығу  $\theta$   $\psi = \Phi / P$  (лм/Вт), яғни, шамның жарық ағынының электр қуатына қатынасы; шамдардың жұмыс уақыты және жарықтың спектрлік құрамы.

Қыздыру шамдары төмен жарық шығарады (7 – 20 лм/Вт), спектрі қызыл және қызғылт сары сәулеленуіне қарай ығысып, бірақ олар эксплуатацияда қарапайым болып келеді және ауа температурасынан дербес күйде жұмыс істей алады. Оларды жарықтандырудың төмен және орта жарық деңгейіндегі (100 лм дейін) бөлмелер үшін пайдалануды ұсынады.



5.1 - сурет – Күндізгі жарық шамдары түрлері

Пайдалану өндірісі оңай, қосулы кезде төмен инерциялы, жеңілдігі, қосымша істе артық құрылғылары жоқ, кернеуі ауытқығанда сенімді жұмысы және әр түрлі қоршаған ортаның метеорологиялық жағдайына шыдамды шамдар өнеркәсіпте кеңінен пайдаланылады. Жоғарыда аталған қыздыру шамдарының артықшылықтарымен қатар елеулі кемшіліктері де бар: төмен жарық тиімділігі (жалпы мақсаттағы шамдар  $\psi = 7 \dots 20$  лм/Вт үшін), салыстырмалы түрде қысқа қызмет мерзімі (2,5 мыңға дейін сағат), спектрі сары және қызыл сәулелеріне қайта ие болғанда, олардың спектральді құрамы күн сәулесінің жарығынан айрықша ерекшеленеді.

Соңғы жылдары көп таралған галоген шамдары - бұл йод циклі бар шамдар. Колбадағы йод буының болуы яғни, шамның тізбек температурасын төмендетуге мүмкіндік береді (40 лм / Вт дейін). Демалыс йод байланысты жіп бастап булану және вольфрам катушкалар қайта сақтауға, вольфрам жіп дисперсия алдын алу және вольфрам шамының жұмыс уақытын 3 мың сағ. дейін арттыруға болады. Галоген шамы табиғи жарықтың эмиссиялық спектрі болып табылады.

Газразрядты шамның шығуалдындағы шамдардан басты артықшылығы 40... 110 лм / Вт. Олардың жұмыс уақыты ұзақ, шамдардың кейбір түрлері 8...12 мың сағ. дейін жетеді. Газразрядты шамдардан бастап инертті газдардан тиісті таңдау арқылы металдар люминоформы кез келген қажетті ауқымдағы қолжетімді жарық ағыны болып табылады.



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Көрінетін жарық спектрлік құрамы флюоресцентті шамын, жақсартылған түс молайсын, салқын ақ, жылы және ақ бар люминесцентті жарығын ажыратады.

Газразрядты шамың егізгі кемшілігі жарық ағынының пульсациясы, көзбен бұрмалау әсер тудыруы мүмкін. Нысаннан бір артықшылығы немесе жарық көзі және қайта өңдеу өнімдерінің пульсаций жиілігі, ол мүмкін емес өндіру операцияларды орындау үшін жасайды және жазатайым қаупін арттырады, бірнеше суреттерді, бұрмаланған бағыты мен жылдамдығы, көруге болады.

Газ разрядты шамдарды кемшіліктері, сондай-ақ қалыптастыруға ұзақ кезеңін, шам от жеңілдету үшін арнайы бастапқы құрылғы үшін қажеттігін қамтуы тиіс; қоршаған ортаның температурасына тиімділігін тәуелділігі. Айдау шамдар радио кедергілерін, арнайы құрылғыларды талап ететін алып тастауды тудыруы мүмкін. Төмен жарық деңгейде «Бейуақ әсерін» береді, алайда, люминесценттік лампалар, көрнекі жайлылық аймағының төменгі шегі қыздыру лампалары салыстырғанда жоғары болып табылады. Сонымен қатар, люминесцентті лампалар спектрінде түс жаңғыртуды нашарлатады жеткіліксіз жасыл-қызыл және көк сәуле болып табылады. Бұл тапшылығын аралас қамту жылы жергілікті қыздыру шамдарын пайдалануға алынып тасталады.

ДРЛ шамдар (сынапты доғалы) жоғары семинарлар үшін пайдаланылуы тиіс металлургиялық және машина жасау салалары жұмысында жарықтандыруда түстерді талап етпейді.

(2,5; 10; 20; 50; 100 кВт 2.5), артық ультракүлгін сәуле және жоғары пульсация ағынын ксеон енгізу сияқты ДҚсТ жоғары қуатты шамдар бөгет жасайды. Бірақ енді, бұл шамдар өте жоғары жарықтандыру дүкендер үшін пайдалануға болады. Басылымы осындай қызған шамдар ДҚсТЛ ультракүлгін сәулемен игерілді.

ДНаТ натрий шамдар 140 лм / Вт жоғары жылтыр тиімділігін бар, бірақ кедей түс береді, сондықтан бұл жол жарықтандыру және сәндік жарықтандыру үшін ұсынылады.

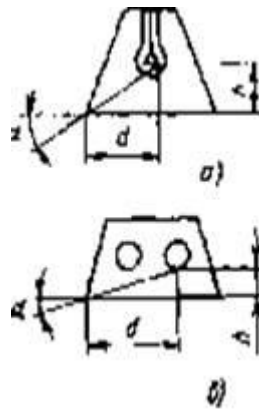
Өндірістік үй-жайлар үшін жарық көздерін таңдаған кезде жалпы ұсынымдар басшылыққа керек: сондай-ақ жігерлі неғұрлым үнемді және ұзақ өмір бар лампаларды орындау үшін артықшылық беруге; жарықтандыру және оларды пайдалануға бастапқы құнын төмендетуге, бірақ сол уақытта жарықтандыру сапасын нашарлатпай, төменгі қуат шамдар пайдалануға мүмкіндігі болуға тиіс.

Жоғары сапалы өндірістік объектілерді және тиімді жарықтандыру жасау ұтымды аспаптарына мүмкін емес.

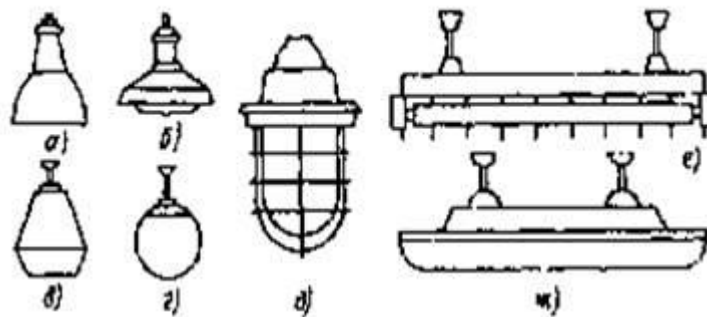
## Шамдар

Электр жарықтандырғыш - қалаған бағытта көз шығаратын жылтыр ағынының қайта бөлу үшін арналған жарық көзі және жарық арматура жинағы жарық көзі жұмыс элементтерінің бекітті көзді қорғау, механикалық бүлінуден қорғау көзі бөлменің қоршаған ортаны қорғау және эстетикалық дизайн әсері.

Жарық көзі шам көз бекітті қызметкерлерінің қорғау дәрежесі қорғаныс бұрышы анықтайды. Қорғау көлденең және отражателя қарама-қарсы шетіне (сурет 5.2) үшін қыл (шам беті) қосылу желісі арасындағы бұрыш.



5.2 - сурет - Қорғаныш бұрышы шам:  
а- қыздыру шам; б- люминесцентті лампалар бар



5.3 - сурет - Шамдарды негізгі түрлері

Шам маңызды сипаттамасы оның тиімділігі болып табылады - шам  $\Phi_{\phi}$ , яғни орналастырылған  $\Phi_{\pi}$  жарық ағынының сәуле ағынына қатынасы

$$\eta_{св} = \Phi_{\phi} / \Phi_{\pi}. \quad (5.1)$$

Кеңістікте жылтыр ағынының бөлу туралы тікелей жарық ажырата, негізінен тікелей, диффузды, және негізінен шағылысқан жарық көрініс.

Эстетикалық талаптарына сай, және жарылыс қауіпсіздігін, осы ортада жарық орындау тұрақтылығын, орнату және техникалық қызмет көрсету жеңілдігі - шам жобалау шаң, су және электр, өрт қамтамасыз басқа да сыртқы факторлардан жарық көзін қорғауға тиіс. Шырақтар дизайны байланысты, ашық қауіпсіз ажырата, шаң-дәлелі, су өткізбейтін, жарылыстан қорғалған, жарылыстан қорғалған жабық.

Өнеркәсіптік жарықтандыру жарықтандыру орнату дұрыс ұйымдастыру үшін электр және бағалау және қаржылық бөлігі, жарықтандыру бар арнайы әзірленген жоба бойынша жүзеге асырылады.

Жарықтандыру жүйесі тегіс және қауіпсіз жұмыс істеуін және тиісті санитарлық қамтамасыз ету керек.

Жарықтандыру жүйелерін таңдау кезінде келесі ескеру керек. Аралас (жалпы және жергілікті) жарықтандыру жүйесі терең қатаң көлеңкелер (баспасөз, мөрлерді) өндіреді көрнекі жұмыстарды I, II, III және IV санаттағы, сондай-ақ жабдықтарды жұмыс орындау кезінде ұсынылады немесе тік және көлбеу беттерді жарықтандыру үшін жарық бағытын өзгерту талап етеді.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Бұл V және төменгі қатарында байланысты салаларда, облыс (құю) бойынша жұмыс түрі бірдей жерлерде қатаң көлеңкелер жасау болмаса, жалпы жарықтандыру жүйесі тығыздығы жоғары жабдықтарды үшін ұсынылады. Жалпы жарықтандыру жергілікті және жекешелендірілген.

Сондай-ақ жарық көздерін таңдау, бір мезгілде жүзеге қалыпқа жарықтандыру және жарықтандыру, бұл мәселелер өзара.

Шам түрін таңдау, бөлме қоршаған ортаны шарттарына сәйкес жасалған жарық бөлу сипаттамалары, оңуын және экономикалық көрсеткіштері.

Қыздыру лампалары үшін Шамдар.

«Әмбебап» (Ә) - Шам 500 Ватт. Шағын (400) және шағын (до 400) мәндері бар қалыпты шам негізгі бағыттары:

$$E \cdot k \cdot h^2 \quad (5.2)$$

мұнда  $E$  – жарық жылдамдығы;

$k$  – коэффициент;

$h$  – жалпы тереңдігі.

Ағынының орташа концентрациясы) жалпы және жергілікті жарықтандыру «Глубокоизлучатель» үшін жарамды - шам 500, 1000, 1500 Вт. Шам өсті химиялық қызметімен қоршаған ортаға төзімді тұрақты тазалау илектеу сияқты семинарлар ұсынылады талап етеді.

«Кососвет» (КС) - локализацияланған жалпы және жергілікті жарықтандыру тік беттерін жарықтандыру үшін арналған.

«Шар сүт шыны» (ШС) - 1000 Вт дейін шамдар, ол қалыпты төбеге үлкен көрсете отырып бөлмелер мен қабырғалардың үшін ұсынылады (бөлмелер дәл құрастыру дизайн).

«Өнеркәсіптік орау жарық» (ӨОЖ) болды - 300 Вт дейін шамдар үшін, дымқыл және шаңды орынға арналған.

«Химиялық белсенді қоршаған ортаны жарық» (СХ) - 500 Вт дейін шамдар.

Жарылыстан қорғалған шамдар Н4Б–300, В4А–300, В3ГХ

Люминесцентті лампалар үшін шамдар.

Екі шам ашыңыз - қалыпты ылғалдылық және шаң төбе және қабырғалар жақсы көрініс қалыпты бөлмелер үшін.

Шамдар МЛ - жоғары қорғаныс бұрышы электр энергиясын тұтынады жергілікті жарықтандыру үшін 2 x 20 ватт.

Шам ПВ- пылевлагозащитный болып табылады, П-П, П-ПА сыныпты үшін қолайлы қуаты 2 x 40 Вт.

НОГЛ шам шамдар 1 x 40W, 1 x 80 ватт жарылыс қуаты арналған.

ДРЛ, өйткені қыздыру шамдарын бірдей аспаптарына арналған пайдаланылуы мүмкін ұқсас, олардың қолбаға қалыптастырады. Сондай-ақ, арнайы шамдар ДРЛ, мысалы, С34ДРЛ үшін қол жетімді - 1000 ватт айна, биліктің жоғары.

Металлогалогенных шамдар



5.3 -сурет - Галогендік шам

Нысандары және дизайн прожекторлар түрлілігі тұрғын үй, бөлшек сауда, көрме кеңістігін мен мұражай бөлмелері, қоғамдық жарықтандыру үшін, олардың пайдалануға мүмкіндік береді. Өзінің қарапайым орнату жүйесінің арқасында, көктемгі клиптерді пайдалану немесе жылжымалы, олар оңай төбеде орнатылған болады. Деректер Галогендік шамдар орнатылған қадір-қасиетіне, әдемі, «сочные» түстер мен кез келген жарық әсерлерін құру мүмкіндігін қамтамасыз ететін, дәйекті жарық, тамаша түс болып табылады



5.4 - сурет - Металлогалогенных шамдар шам

Ең жиі сауда-көрме кеңістік, кеңселер мен тіпті мұражайлар қамту табылған пайдаланылған металлогалогенных шамдар шамдар. Шамдар оңай дұрыс бағытта (айналмалы үлгілерде) арнайы құрылғы арқасында бағдарланған болуы мүмкін, төбеге және жеңіл шығару орнатылған және дизайн опцияларды кең ауқымды бар. Бұл жарық бағандары металлогалогенных шам, жарықтандыру отражатели дисперсия арнайы мүшелерінің әр түрлі бұрышпен қалыптасады, оның жарық шығару пайдаланылады.

Шағын люминесцентті лампалар



5.5 - сурет - Шағын люминесцентті лампалар бар шамдар

Шағын люминесцентті шамдар жиі жарқын ортасында пайдаланылады. Байланысты ұзақ қызмет мерзімі, осы жарық көздері тиімділігі және энергия үнемдеу қасиеті жалпы жарықтандыру жабдықтарын үшін ең үздік шешім, ірі және шағын аудандар болып

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

табылады. Осы топтың ұсынылған Шамдар, сондай-ақ, өйткені шамдар тиесілі шағылыстырғыштар және орнату және қолдау оңай.

Аспалы төбелер шамдары



5.6 - сурет - Аспалы төбелерді шамдармен

Ең көп таралған Шамдарды отбасы тоқтатылды модульдік төбелер мен төбелері грильято орнатылған. Бұл топтың Шамдар асимметриялық қайтарғыш және объективі бар шамдарын көрініс төбелер грильято үшін шамдарды бірнеше түрлері, растрлық шамшырақтар, шамдар атынан және біріктіріледі. Бұл ең заманауи үлгілерде Т8 сызықтық люминесцентті шамдар Т5 люминесцентті лампалар қолданылады пайдаланылады.

Сызықтық люминесценттік лампалар Т8 үшін люминесценттік лампалар



5.7 - сурет - Люминесцентті жарықтандыру

Люминесцентті шамдар Т8 үшін ең танымал шамшырақтар, базалық G13 диаметрі 26 мм отбасы. Ұсынылған үлгілер әртүрлі стилде жасалған және ашық және жабық scatterers шамдар әр түрлі материалдарды пайдаланып, бірақ оларға электрондық балласты барлық қатысуын үйлестіретін отыр. Ол ескі штуцер және стартер конденсатор, жарық жоғары сапасына қол жеткізу энергияны үнемдеу және шам мерзімін ұзартуға мүмкін ауыстырады электрондық балласты бар болып табылады. Бұл топтың Шамдар өте әр түрлі бағдарлама мен ғимараттардың интерьер және жиһаз, тіпті болып табылады.

Сызықтық люминесценттік лампалар Т4 үшін люминесценттік лампалар



5.8 - сурет - Люминесцентті сызықтық люминесцентті шамдар

T8 шамдар мен өндірушілер, тіпті аз жеңіл жасауға, және айтарлықтай жиһаз және жиһаз конструкцияларын оның қолдануды кеңейту түрлі құрылғылармен оны толықтыра рұқсат электрондық балласты салыстырғанда неғұрлым жинақы сызықтық люминесцентті лампалар өндіру. Коннекторлар ұштарында орнатылған арқасында, ол тек бір жағында қосылу, бір жолда бірнеше шамдарды қосу болады. Шамдар Микровыключатели орнатылған болса, қатты операцияны жеңілдетеді. Шамдармен тұрғын үй ыстыққа төзімді пластиктен жасалған және ашық немесе жабық арнайы диффузоры шам жүргізіледі.

Сызықтық люминесцентті лампалар үшін қорғау дәрежесі жоғары шамдары



5.9 - сурет - Қорғау дәрежесі жоғары шамдары

Арнайы шамдарды тобы. Үй-жайлар, қоймалар, кір жуатын, ауруханалар, өнеркәсіптік ас, душ және дымқыл және шаңды басқа нысандар Өнеркәсіптік, бұл жерде қорғау жоғары дәрежесімен шамдарды пайдалану ұсынылады. Қорғау шам қуаты кабелін тесік қорғайды арнайы муфта арқылы шам арнайы тығыздағыштар мен қосылымдарды бөліктеріне ылғал мен шаң алғыс енуіне кедергі, сондай-ақ. Шамдар негізгі терезесінде және арнайы аспалы құрылымдарға, төбеге тікелей бекітілуі мүмкін.

Бақылау сұрақтары

1. Жарық күші деген не?
2. Шамдардың қандай түрін білесіз, ата оларды
3. Шамдардың сұлбаларын көрсет

**38 Тақырып Жарықтандыру аспаптары**

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Жарықтандыру құралы – бұл кеңістікте қажетті күйде жарық көздерінің жарық ағынын қайтадан тарататын құрылғы. Жарықтандыру құралы жарық көзінен және жарықтандыру арматурасынан тұрады.

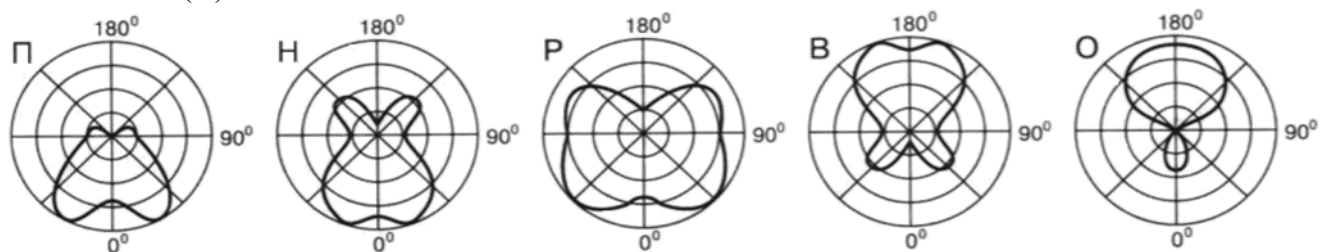
Жарықтандыру құралдарының жарықтехникалық арматурасының негізгі тағайындалуы:

- кеңістікте керекті бағыттағы шамның жарық ағынын қайтадан тарату және концентрациясы;
- шамның көзді соқыр қылу әрекетінен қорғау;
- шамды пайдалануда қоршаған орта факторлары әсерінен қорғау; (шаң, ылғал, механикалық зақымдалу);
- шамдарды ЖҚ ілу және оларды қорек көзіне қосу.

Жалпы қабылданған классификация бойынша барлық ЖҚ үш топқа бөлінеді: шамдалдар, прожекторлар және проекторлар.

Жарықтандыру құралдарының жарықтехникалық параметрлері: жарықты тарату, қорғаныс бұрышы, пайдалы әсер коэффициенті.

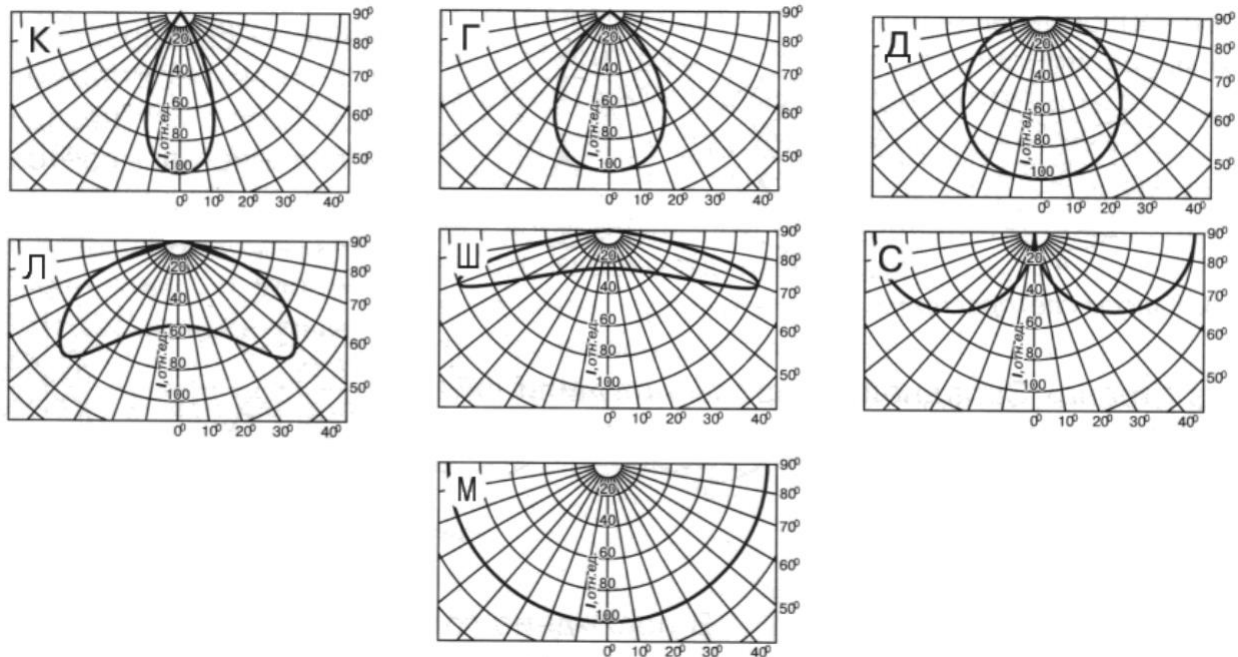
Жарықты тарату көлденең жарық күші қисығымен сипатталады. Жарық күші қисығы – бұл таралған жарық бағытынан құрал жарық күшіне тәуелді графикалық суреттеме. Жарықтандыру құралдары жарықты тарату сипаты бойынша 5 топқа бөлінеді (16 сурет): тік (Т), айтарлықтай тік (Н), шашыранды (Ш), айтарлықтай шағылысқан (В) және шағылысқан (О).



16 сурет – Жарықты тарату топтары

Жарық күші қисығы 7 түрге бөлінеді: қойылтылған (К), терең (Т), косинустық (Д), жартылай жалпақ (Л), жалпақ (Ж), синустық (С) және біркелкі (М) (17 сурет).

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**



17 сурет – Жарық күші қисығының түрлер

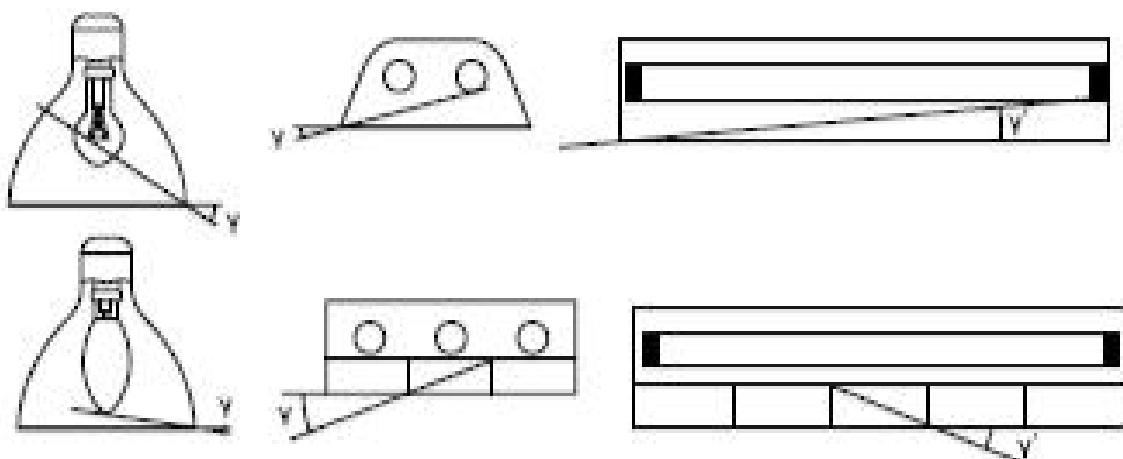
Жарықтандыру құралдары жұмысының жарық тиімділігін жарықтандыру құралының пайдалы әсер коэффициентімен ПӘК сипаттауға болады. Жарықтандыру құралының ПӘК - і жарықтандыру құралынан шығатын жарық ағынының  $\Phi_{ЖК}$  жарық көзінің  $\Phi_{ЖК}$  жарық ағынына қатынасы:

$$КПД \square \frac{\Phi_{ЖК}}{\Phi_{ЖК}}$$

Шамдалдың энергетикалық ПӘК бағалау үшін «шам-ПРА» комплексі жұмысының тиімділігін қосымша түрде ескерген жөн.

Жарықтандыру құралы ПӘК-нің мәні оның тиімділігін сипаттайды және жалпы жарықтандыру құралының құрылысы мен жарықтандыру арматурасы материалына байланысты.

Қорғаныс бұрышы  $\square$  – бұл көзге шам жарығының тікелей түсуінен қорғанысы (18 сурет).





**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

18 сурет – Жарықтандыру құралдарының қорғаныс бұрышы  
Бақылау сұрақтары

1. Жарықтандыру құралдар деген не?
2. Жарық күш қисығы неше түрге бөлінеді?
3. Жарықтандыру құралдарының қорғаныс бұрыш сұлбасын көрсет

**39 Тақырып Жарық көздері. Жарықтандыру қондырғыларының құрылысы және жіктелуі, оларды монтаждау технологиясы**

Шамдалдардың жіктелуі:

- жарықтехникалық функциясы бойынша: жарықтандыру құралдары, жарық сигнализациясы мен жарнамалық жарықтандыру үшін аспаптар;
- пайдалану шарттары бойынша: ғимараттар үшін жарықтандыру құралдары, ашық кеңістіктер мен зерттеулер ортасы үшін жарықтандыру құралдары;
- жарықтытарату сипатты бойынша: шамдалдар, прожекторлар және проеторлар;
- фотометриялық дененің формасы бойынша: симметриялық жарықтандыру құралдары, дөңгелек симметриялық және симметриялық емес жарықтандыру құралдары;
- пайдалану кезіндегі орын ауыстыру мүмкіндігі бойынша: стационарлық, жылжымалы және ауыстырмалы;
- шамның қоректену әдісі бойынша: жеке қоректендіру көзі бар тораптық және аралас қоректену;
- оптикалық жүйенің өзгеру мүмкіндігі бойынша: жылжымалы және жылжымалы емес;
- жарықтехникалық сипаттамаларын өзгерту бойынша: реттелінетін және реттелінбейтін;

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

- орнату әдісі бойынша: қабырғалы, аспалы, едендік, үстелдік, төбелік, орнатылатын, консольды, қолды.

Шамдалдарды қорғау дәрежесі бойынша жіктеу.

ЖҚ және басқа да электртехникалық жабдықтарды ылғыл (судан) және қатты бөлшектер (шаңнан) әсерінен олардың қорғанысы дәрежесі бойынша жіктелуі мен белгіленуінің халықаралық жүйесі бар. Қорғаныс дәрежесі IP әріптерімен (Ingress Protection – енуден қорғау) және екі санмен белгіленеді. Бірінші сан жарықтандыру құралдарының оған шаң мен басқа денелердің енуі қорғанысының дәрежесін көрсетеді және ол 2-ден 6-ға дейін мәнге ие болуы мүмкін. Белгіленудегі екінші сан ЖҚ ішіне судың енуінен қорғаныс дәрежесін көрсетеді. Бұл сан 0-ден 8-ге дейін болады.

Жарықтандыру құралдарының электр қауіпсіздігі бойынша жіктелуі. ЖҚ электр қауіпсіздігі адамдарды электр тогынан қорғауды қамтамасыз

етуі керек. Қауіпсіздік дәрежесі ЖҚ қосылған ток өткізуші элементтердің электр оқшауламасының бар болуы және сапасымен (сымдар, патрондар), жерлендірудің болуымен және электр кернеуінің шамасымен сипатталады.

«Электр қондырғыларының ережесіне» (ЭҚЕ) сәйкес барлық электр жабдықтары, соның ішінде ЖҚ электр қауіпсіздігі дәрежесі бойынша 4 топқа бөлінеді:

- 1) 0 топ – электр тогынан қорғаныс, тек негізгі (жұмыстық) оқшауламен қамтамасыздандырылады.
- 2) I топ – электр тогынан қорғаныс, қоректенетін тораптың үшфазалы бес сымды немесе стационарлы бірфазалы сымның қорғанысына шамдалдың токөткізгіш бөлігіне жанасу үшін жалғанған негізгі оқшауламен қамтамасыз етіледі.
- 3) II топ – электр тогынан қорғаныс екі немесе одан да көп оқшауламен қамтамасыздандырылады.
- 4) III топ – электр тогынан қорғаныс қоректенудің қауіпсіз аса төмен кернеуді ( $\leq 50$  В) пайдаланумен қамтамасыз етіледі.

Жарықтандыру құралдарының өрт қауіпсіздігі.

Жарықтандыру құралдарының өрт қауіпсіздігі тікелей олардың жылу параметрлеріне байланысты және ЖҚ апаттық режимдері мен қалыпты жұмысы кезіндегі оның шекті мәндерінің барлық элементтеріне температураның сәйкес болуымен сипатталады. Жұмыс барысында қуатқа, түрге және суыту шартына тәуелді барлық жарық көзі белгілі бір температураға да дейін қызады. Сондықтан жарықтандыру құралдары оларды орнату орындарында өрттің пайда болуына қауіп әкелетін құрал болып табылады. Орнатылатын, төбелік, қабырғалық және едендік жарықтандыру құралдарына арнайы олардың өрт қауіпсіздігін сипаттайтын белгілер белгіленеді:



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

F – жарықтандыру құралы жанбайтын материалдың (бетон, металл, штукатурка) бетіне ғана емес, сонымен бірге температурасы 200°C төмен емес (мысалы, қалыңдығы 2 мм ағаш немесе фанер) жанатын материалдар бетіне де орнатылады. Бұндай ЖҚ корпусының температурасы қалыпты жағдайда 115°C аспайды, ал аномалды режимде 130°C дейін, дросселдің ауқауы кезінде (мысалы, орамдар арасындағы тұйықталу) 180 °C дейін жоғарлауы мүмкін. Аномалды режим деп, мысалы, люминесценттік шам жанбай қалған кезде, яғни оның тек электродтары қызып немесе үздіксіз жыпылықтау болған жағдайды айтуға болады.

F – жарықтандыру құралдары жалындану температурасы белгісіз заттар талшықтары немесе шаң бар XXXXXXXXXX да қолданылуы мүмкін.

F – жарықтандыру құралы жанғыш материалдардың ешқайсысының бетіне орнатылуы мүмкін емес.

Жарықтандыру құралдарының жарылу қауіпсіздігі.

Кәсіпорындарды химиялық, газдық, мұнай және басқа да өндіріс салаларын жарықтандыру кезінде осындай жерлерде жарылу қоспалары пайда болуын ескеру керек, және шамдалдар қандай жұмыс режимі болмасын жарылыс жағдайын тудыратын көздер болмауы қажет. Осындай кәсіпорындарды жарықтандыру үшін құрылысы жарылыс туындауын болдырмайтын арнайы шамдалдар ғана қолданылуы тиіс.

F Ex белгісі алдында 0, 1 немесе 2 саны қойылады. 2 Ex маркалы шамдалдар «жарылысқа қарсы шамдалдар» деп аталынады. Оларда шамдалдардың қалыпты режимі кезінде қауіпті ұшқын, доға немесе қызып кетудің пайда болуын қиындататын қорғаныс тәсілдері қарастырылған. 1 Ex маркалы (жарылысқа қауіпсіз) деп аталынатын жарықтандыру құралдарында шамдалдардың қалыпты жұмысы кезінде, пайдалану үрдісі барысында зақымдалулар кезінде де ұшқын, доға немесе қызудың пайда болуының нәтижесінде жарылысқа қауіпсіз жарылыстан қорғануды қамтамасыздандырады. 0 Ex маркалы шамдалдарында («жарылыс қауіпсіздігі аса жоғары») қосымша арнайы жарылыс қауіпсіздігінің шаралары қарастырылған

Бақылау сұрақтары

1. Шамдардың жіктелуі
2. Жарықтандыру құралдарының өрт қауіптілігі
3. ЖҚ электр қауіпсіздігі дәрежесі бойынша неше топқа бөлінеді: Оларды ата

## 40 Тақырып Технологиялық жабдықтардың пайдалануы

Жасанды жарықтандыруды нормалау – бұл қондырғылардың сандық және сапалық көрсеткіштері деңгейін пайдалану процесіндегі қажеттілікті қамтамасыз ететін жарықтандыру қондырғыларының орнатылған нормасы мен ережесі. Жарықтандыру ережесі мен нормасы сәйкесінше нормативтік құжаттармен регламенттелінеді.

Нормалау мақсаты мен тапсырмасы көру физиологиясын, еңбек гигиенасын, электр энергиясының аз шығындары кезіндегі техникалық қауіпсіздік және басқа материалдық ресурстарды, сонымен қатар жарықтандыру қондырғыларын монтаждау мен пайдалануға

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

кеткен еңбек шығындары шарттары есебімен жарықтандыру қондырғыларының көрушілік тиімділігін қамтамасыз ететін жарықтандырылатын жарық ортасын құрастыру болып табылады.

Жарықтандыру нормасын дайындауда екі жүйе қолданылады:

– белгілі жұмыс орындары мен ғимараттар үшін жарықтандыру нормалары;

– белгілі жұмыс орнын көрсетпейтін көру процесін сипаттайтын белгілері функцияларындағы жарықтандыру нормалары.

Жарықтандырудың нормаланған мәндері келесі шкала бойынша қабылданады: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4;5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000 лк.

ҚНМЕ бойынша табылған жарықтандыруды жоғарлату шартына жұмыс күні ішінде көру жұмысының ұзақтығының жоғары болуы, бақылаушы көзден нысанды жою (0,5 м), табиғи жарықтандырудың болмауы және т.с.с. жатады. Жарықтылықты бір сатыға төмендету тұрақты қызмет етуді қажет етпейтін немесе адамдардың аз уақыт болуына арналған ғимараттарда, жабдықтары бар өндірістерде аз адам жағдайында болуы мүмкін.

Өндірістік ғимараттардағы жарықтандыруды нормалау кезінде оның минималды шекті деңгейі сипаттамаға және көру жұмысының орындалу түріне байланысты регламенттелінеді.

ҚНМЕ-ке сәйкес оптикалық құралдарсыз орындалынатын барлық көру жұмыстары сипатталынады:

- көру жұмысының разрядымен, ол айыру нысанының өлшемі тәуелділігімен анықталынады, яғни көру жұмысының нақты орындалуына байланысты;

- көру жұмысының разрядымен, фоны бар нысан кереғарлығымен және фонның жарықтылығымен анықталынады; көптеген көру жұмыстарының разрядтары үшін төрт разрядтары бар: а, б, в, г.

Ғимараттың ішінде орындалынатын жұмыстың сипаты бойынша нақтылықтың 7 тобы бөлінген: I – ең жоғары, II – өте жоғары, III – жоғары, IV

– орта, V – аз нақты, VII – дәрекі жұмыс, VII – өзіндік сәуле түсетін немесе қыздырылған нысандар жұмысы. Осы топтар үшін жарықтандырудың нормалау деңгейі 5000-ден 100 лк дейін.

Көшелерді, автомобиль туннельдерін, жүру жолдарын жарықтандыру кезіндегі негізгі нормалау шамасы жол жабынының жарықтылығы болып табылады. Ол көше категориясына, қозғалыс интенсивтілігіне, қоршаған орта сипатына байланысты. Жарықтылық сонымен бірге архитектуралық

ғимараттарды (ескерткіштер, ғимараттар және т.б.) декоративті жарықтандыру кезінде нормаланады.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Жарықтандыру мен жарықтлық жарықтандырудың сандық жағын сипаттайды, қалған нормаланған параметрлер сапасын анықтайды.

Көшелерді, автомобиль туннельдерін, жүру жолдарын жарықтандыру кезіндегі негізгі нормалау шамасы жол жабынының жарықтылығы болып табылады. Ол көше категориясына, қозғалыс интенсивтілігіне, қоршаған орта сипатына байланысты. Жарықтылық сонымен бірге архитектуралық ғимараттарды (ескерткіштер, ғимараттар және т.б.) декоративті жарықтандыру кезінде нормаланады.

Жарықтандыру мен жарықтлық жарықтандырудың сандық жағын сипаттайды, қалған нормаланған параметрлер сапасын анықтайды.

Өндіріс кәсіпорындарының жарықтандыру қондырғыларында көзді шағылыстыру көрсеткіші  $S$  нормаланады, ол көз алдында шағылыстыру көздерінің болуы мен болмауы кезіндегі нысан мен фон жарықтылығының әртүрлі шегінің қатынасы.

Қоғамдық ғимараттар үшін көзді шағылыстыру коэффициенті орнына жайлылық көрсеткіші  $M$  нормаланады, оның шамасы орындалынатын жұмыстың сипатына байланысты және 15 және 90 мәндерін қабылдауы мүмкін.

Жайлылық немесе көзді шағылыстырудың ұйғарынды мәнінің шамасы жарықтандырудың екінші нормаланған параметрі болып табылады

Еуропалық және Қазақстандық жарықтандыру нормаларында жалпыланған жайлылық көрсеткіші  $UGR$  нормаланады.

Жұмыс барысында заттардың әртүрлі түсінің және олардың бөлшектерінің нақтылығын қажет етеді. Бұл әсіресе өнім сапасының маңызды критеріі болатын - полиграфияларда, тоқыма өнеркәсібінде, кейбір дүкендерде және т.б. керек. Сондықтан жұмыс орындарының реті үшін жарықтандырудың тағы бір сапалы көрсеткіші нормаланады – түсті тарату жалпы индексі  $R_a$ .

Жарықтандыру бойынша халықаралық комиссиямен түс тарату сапасының жүйесі ұсынылған:

- $R_a \geq 90$  – өте жақсы;
- $90 > R_a \geq 80$  – жақсы;
- $80 > R_a \geq 70$  – жақсы;
- $70 > R_a \geq 60$  – қанағаттанарлық;
- $60 > R_a \geq 40$  – қолайлы;
- $R_a < 40$  – нашар.

Жарықтандыру нормасында полиграфия кәсіпорындары, тоқыма мен лак бояу өндірісі саласы үшін, сонымен бірге ауруханалардың хирургиялық бөлімдері үшін  $R_a$  90 төмен болмауы керек.

EN 12464-1-2011 Еуропалық нормаларында жұмыстың барлық түрі мен қоғамдық ғимараттар типі үшін  $R_a$  80 төмен емес нормаланады, полиграфиялық және тоқыма

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

өнеркәсібі үшін, хирургиялық кабинеттер, кейбір сауда залдары үшін 90 төмен емес түсті тарату индексі қажет етеді. Түстердің әртүрлігін қажет етпейтін өндіріс ғимараттары үшін (металлургия, металлды өңдеу) түсті таратуы нашар жарық көздерін пайдалануға рұқсат беріледі.

Түсті таратудың жалпы индексінен басқа, еуропалық нормалар жарық көзінің түстік температурасын ұсынады. Сәулеленудің түстілігі бойынша барлық жарық көздері үш топқа бөлінген: жылы ( $T_{\text{түс}} \leq 3500 \text{ K}$ ), орташа ( $T_{\text{түс}} = 3500 - 5300 \text{ K}$ ) және суық ( $T_{\text{түс}} \geq 5300 \text{ K}$ ).

Жарықтандырудың тағы бір нормаланған параметрі көз алдында жарықтылықты тарату болып саналады. Жарықтылық айтарлықтай қиын есептелінеді, бірақ осыған қарамастан жарықтандыруды біркелкі емес таратуын нормалайды. Орындалған жұмыстың сипатына байланысты жұмыс орнындағы және жақын ортаның жарықтандыру қатынасы 1:0,3–1:0,7 болуы қажет.

Қазақстан мен Ресейде жарықтандырудың сапалы көрсеткіші нормаланады - жарықтандыру пульсациясының коэффициенті. Бұл көрсеткішті нормалау разрядты жарық көздерін енгізумен қажет болды. Разрядты жарық көздерінде – люминесценттік, жоғары қысымды сынапты, металлгалогенді, натрийлі шамдарының жарық ағыны торап тоғының екі еселенген жиілігімен өзгереді. 50 Гц жиілік кезінде шамдардың жарық ағыны секундына 100 рет өзгереді, барлық разрядты шамдар осындай жиілікпен жыпылықтайды. Көз мұндай жыпылықтарды байқамайды, бірақ олар организммен қабылданады - жоғары шаршаңшылдық, бас ауруы. Сонымен қатар айналатын немесе дірілдейтін заттардың жарығын пульсациясын жарықтандыруда стробоскопиялық эффект пайда болады. Бұл адамдарда теріс реакцияларды тудырады және өндірістегі жарақаттардың (травматизмнің) бірден бір себебі болып табылады.

Пульсация тереңдігі жарықтылық пульсациясының коэффициентімен өлшенеді  $k_{\text{п}}$ :

$$k_{\text{п}} = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{E_{\text{ор}}}$$

$$2E_{\text{ор}}$$

мұндағы  $E_{\text{max}}$ ,  $E_{\text{min}}$  және  $E_{\text{ор}}$  – максималды, минималды және орташа жарықтылықтың мәні.

Нормалау бойынша жұмыс орнындағы жарықтылық пульсациясының тереңдігі 20% аспауы керек, ал кейбір өндіріс түрлері үшін 15%. Компьютерлермен жабдықталған ғимараттардағы санитарлық ереже мен нормалау бойынша жұмыс орнындағы 5% аз болмауы қажет.

Осылай, нормативтік құжаттарда бес параметр белгіленеді: жарықтылық шамасы, жарықтылықтың біркелкі еместігі, жайлылық көрсеткіші, түсті таратудың жалпы индексі және жарықтылық пульсациясының коэффициенті. Осы параметрлердің біріншісі жарықтандырудың сандық жағдайын, қалған төртеуі сапасын анықтайды.

Табиғи және біріктірілген жарықтандыру кезінде ҚНМЕ сай жарықтандырудың сипатына байланысты көру жұмыстарының әрбір разряды үшін табиғи жарықтандыру коэффициенті ТЖК нормаланады.

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

$$P = \frac{V \cdot p}{\eta_{ж} \eta_{б}} \cdot 10^{-3},$$

Табиғи жарықтандыру коэффициенті  $e$  ғимараттың ішіндегі  $E_I$  белгілі нүктедегі табиғи жарықтанудың сыртқы тік жарықтандыру  $E_C$  мәнінің қатынасын көрсетеді. ТЖК мына формуламен анықталады:

$$e = \frac{E_I}{E_C} \cdot 100, \%$$

Табиғи жарықтандыру коэффициенті сыртқы жарықтандырудың диффузиялық жарығы ғимарат ішіндегі есептік нүктеде жарығының үлесін көрсетеді. Құрылыс нормасы мен ережесі көру жұмыстарының разрядына, жарықтандыру жүйесіне байланысты ТЖК минималды мәнін белгілейді.

Бақылау сұрақтары

1. Жарықтандыру нормасын дайындауда неше жүйе қолданылады? Оларды ата
2. Жасанды жарық деген не?
3. Жарықтандырудың нормаланған мәндері қандай шкала бойынша қабылданады:

### Практикалық бөлім

**Практикалық сабақ №1** Қуатты есептеу және электрлік жетектің қозғалтқышын таңдау.

Жүзеге асырылатын таңдау әрекетінің мақсаты - жұмыстық машинаның берілген технологиялық циклін қамтамасыз ететін, қоршаған ортаның жағдайына сәйкес келетін және қызуы рұхсат етілген қызу деңгейінен аспайтын қозғалтқыш іздеу, таңдау. Қуаты қажетті қуаттан артық қозғалтқыштарды қолдануға болмайды, әйткені бұл жағдайда жетектің бағасы, энергияның шығыны әседі, ал ПӘК және қуат коэффициенті азаяды.

Әдетте қозғалтқыш таңдау мынадай ретпен жүргізіледі: қуатты есептеу;

қозғалтқыштың алғашқы нұсқасын жорамалдап таңдау; таңдалған қозғалтқышты жүргізіп жіберу, артық жүктелу, қызу шарттары бойынша тексеру. Егер тексеру шарттары орындалмаса, онда қуаты үлкенірек қозғалтқыш таңдаймыз.

Қозғалтқыштың типін технологиялық үрдіске қойылатын талаптарға (үдеу, тежеу, жылдамдықты реттеу диапазоны және т.б.) сәйкес таңдалады.

Қозғалтқыш токтың түріне, кернеудің мөлшеріне, айналу жылдамдығына, конструкциялық жасалу нұсқасына байланысты таңдалады.

Егер жұмыстық механизмге қажет қуат белгілі болса, онда *SI режимі үшін* ұзақ мерзімді *тұрақты жүктеме* кезінде қуат есептеу айтарлықтай жеңіл.

Мысалы, желдеткіштің қозғалтқыштың қуаты

( 6.8)

мұндағы  $V$  – желдеткіштің өнімділігі;  
 $q$  – желдеткіштің қысымы;

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$\eta_{ж}$  – желдеткіштің ПӘК–і;  
 $\eta_б$  – берілістің ПӘК–і.

Ұзақ мерзімді *айнымалы жүктеме* кезінде қозғалтқыш қуаты әдетте токтың, моменттің, қуаттың немесе шығынның балама (эквиваленттік) мөлшерлері тәсілі бойынша анықтайды. Мысалы, балама қуат тәсілін қолданған кезде өзгермелі жүктемені қандай да бір балама (эквиваленттік) шамамен айырбастайды.

Жүктеменің графигінің тікбұрышты учаскелері үшін:

$$P_{эқв} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (6.9)$$

Ұзақ мерзімді *айнымалы жүктеме* үшін қозғалтқыштың қуатын таңдаған кезде мынадай шарт орындалуы керек:

$$P_{ном} \geq (1,2\dots 1,3)P_{эқв}. \quad (6.10)$$

Каталогтан қуаты есептік қуатқа ең жақын және үлкен электрлік қозғалтқыш таңдайды. Кейбір жағдайда жүргізіп жіберуші моменттің жеткіліктігін тексеру керек, өйткені кейбір механизмдерге орнынан қозғалған сәтте үлкен үйкеліс кедергі жеңуге тура келеді. Сондықтан:

$$M_{жж} \geq (1,2\dots 1,5)M_{үйк}. \quad (6.11)$$

Қысқа мерзімді режим *S2* кезінде және жүктеменің диаграммасы болғанда  $P_{эқв}$  қуатын анықтау керек, онан кейін *S2* режимге арналған арнаулы қозғалтқыш таңдау керек. Бұл жағдайда нормаланған ( $KУ_{нор}$ ) және нақты жағдайдағы ( $KУ_{нақ}$ ) қосылудың салыстырмалы ұзақтықтарын есепке алу керек:

$$P_{ном} = P_{эқв} \sqrt{\frac{KУ_{нор}}{KУ_{нақ}}}. \quad (6.12)$$

Егер ұзақ мерзімді жұмыс режиміне арналған қозғалтқышты қысқа мерзімді режимде қолданса, онда жұмыстық кезеңнің аяғына қарай температураның өсуі оның есептік тұрақталу мәніне дейін жетпейді, яғни бұл жағдайда қозғалтқыш қызу бойынша, демек, қуат бойынша толық пайдаланбайды. Бұл жағдайда қозғалтқышты толық пайдалану үшін оны қуат бойынша артығырақ жүктеу керек.

Қозғалтқыштың артық жүктелуін және қызуын сандық бағалау үшін жылулық артық жүктелу коэффициенті және механикалық артық жүктелу коэффициенті қолданылады:

$$p_{ж} = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_{ж}}{T_{ж}}}}; \quad (6.13)$$

$$p_{м} = \sqrt{(1 + a)p_{жс} - a},$$



**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

---

(6.14)

мұндағы  $t_{ж}$  – қозғалтқыштың жұмысының ұзақтығы;

$T_k$  - қызудың уақыт тұрақтысы, асинхронды қозғалтқыштар үшін жуықтап  $T_k=15...35$  мин немесе мына әрнек бойынша анықталады:

$$T_k = 6 \frac{m \cdot \tau_{қос} \cdot \eta_H}{P_H (1 - \eta_H)}, \quad (6.15)$$

мұндағы  $a$  - қозғалтқыштың қуатының тұрақты шығынының айнымалы шығынға қатынасы, асинхронды қозғалтқыш үшін  $a=0,5...0,7$ .

Қозғалтқыштың қуаты мына әрнек бойынша анықталады:

$$P_{ном} \geq P_{экв/рм}.$$

Қайталанбалы-қысқа мерзімді режим S3 үшін арнаулы қозғалтқыш (S3) таңдағанда (6.12) әрнегі қолданады.

S3 режимінде жұмыс жасайтын S1 режимінің қозғалтқышының жылулық артық жүктелу коэффициенті:

$$P_{ж} = \frac{1 - e^{-\frac{t_{ж} + \beta_0 t_0}{T_k}}}{1 - e^{-\frac{t_{ж}}{T_k}}},$$

мұндағы  $\beta_0$  – жылу берудің нашарлауы коэффициенті.

Механикалық артық жүктелу коэффициенті (6.14) формула бойынша, ал қуат (6.16) бойынша анықталады.

**Практикалық сабақ №2** Электрлік жетектердің пайдалы әсер коэффициенті және қуат коэффициенті бойынша есептер шығару

Жалпы жағдайда электрлік жетек әртүрлі жылдамдықпен, әртүрлі жүктемемен жұмыс жасайды. Бұл жағдайда

$$\eta = \frac{A_{пай}}{A_{тұт}} = \frac{A_{пай}}{(A + \Delta A)} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{пай.i} \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n P_{пай.i} \cdot t_i + \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i}, \quad (5.12)$$

мұндағы  $A_{пай}$ ,  $A_{тұт}$  – пайдалы және тұтынатын қуат;  $A$  – ЭЖ-дегі энергия шығыны;

$P_{пай.i}$  – ЭЖ-дегі циклдің  $i$  бөлігіндегі пайдалы механикалық қуат;  $P$  – ЭЖ-дегі циклдің  $i$  бөлігіндегі қуат шығыны;

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$n$  – ЭЖ жұмысының бөліктері (учаскелері).

Мұндай ПӘК циклдік немесе орташа ПӘК деп атайды.

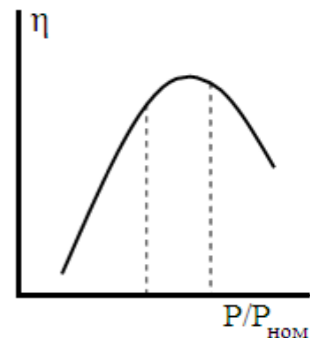
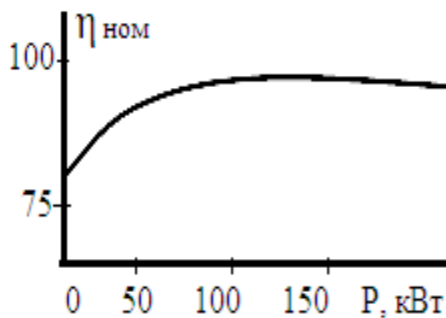
Егер ЭЖ өзгермейтін режимде тұрақты қуатпен жұмыс жасаса, онда:

$$\eta = \frac{P_{\text{пай}}}{P_{\text{пай}} + \Delta P} \quad (5.13)$$

ЭЖ электромеханикалық жүйе болғандықтан оның ПӘК-і түрлендіргіштің, басқарушы құрылғының, электрлік қозғалтқыштың және механикалық берілістің ПӘК-терінің кәбейтіндісіне тең:  $\eta_{\text{ЭЖ}} = \eta_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{бк}} \cdot \eta_{\text{эк}} \cdot \eta_{\text{мб}}$ .

Қозғалтқыштың ПӘК-і негізгі шама болып саналады, оның мәні қуат пен айналу жылдамдығы өскен сайын өседі (5.1 сурет).

ПӘК-і біліктегі пайдалы механикалық қуатқа тәуелді (5.2 сурет).



5.1 сурет - Номинал ПӘК-нің жүктеменің еселігіне тәуелділігі қуатқа тәуелділігі

5.2 сурет - ПӘК-нің

*ПӘК-ін жоғарлату тәсілдері:*

- бос жүріс уақытын шектеу;
- қозғалтқышты номинал жүктемемен немесе оған жуық жүктемемен жұмыс істетуге;
- жоғары жиілікті қозғалтқыштарды таңдау.

*Электрлік жетектің қуат коэффициенті.* Айнымалы ток желісіне қосылған қозғалтқыш активті  $P$  және реактивті  $Q$  энергияны тұтынады. Активті энергия электрлік жетектің пайдалы жұмыс жасауына және ондағы шығындарды өтеуге жұмсалса, реактивті қуат қозғалтқышта электромагниттік өріс тудыруға жұмсалады және тікелей пайдалы жұмыс жасамайды.

Электрлік жетектің қуат коэффициенті:

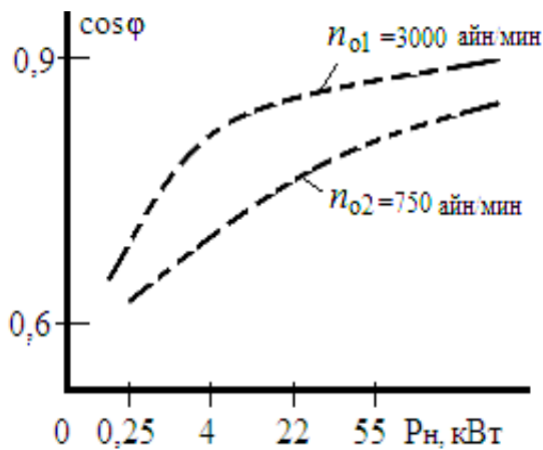
$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (5.14)$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

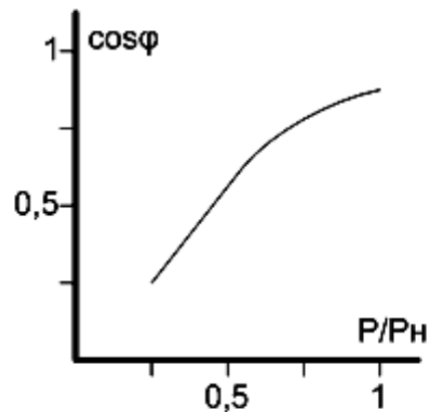
мұндағы  $S$  – толық қуат.

Егер  $Q$  тұтынылмаса, онда  $\cos\varphi=1$ .  $Q$  тұтынылған жағдайда ЭЖ электрмен қамтамасыз ету жүйесін қосымша жүктейді, бұл энергияның, кернеудің шығынын тудырады. Сондықтан  $\cos\varphi$  мәнін бірге дейін жоғарлатуға тырысады. Кәп жағдайда қуат коэффициентін реактивті қуатты статикалық конденсаторлар арқылы компенсациялау арқылы көтереді.

Қуат коэффициентінің мәні қозғалтқыштың қуатына, айналу жиілігіне және оның жүктелу деңгейіне тәуелді болады (5.3 және 5.4 суреттер).



5.3 сурет – Қуат коэффициентінің қозғалтқыштың қуатына және айналу жиілігіне тәуелділігі



5.4 сурет – Қуат коэффициентінің қозғалтқыштың жүктелуіне тәуелділігі

Қуат коэффициентін жоғарлататын негізгі шаралар:

а) табиғи шаралар:

- қозғалтқышты тұтынылатын қуатқа сәйкес таңдау;
- жоғары жылдамдықты қозғалтқыштарды таңдау;
- бос жүріс уақытын шектеу;

б) жасанды шараға статикалық конденсаторлар және синхрондық компенсаторлар қолдану жатады.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

**Практикалық сабақ №3** Жарық көздері әртүрлі нақты объектілердің жарықтандырылуының жарық күшін, жарық ағынын, жарықтылығы мен өлшемін анықтау бойынша есептер шығару

Жасанды жарықтануды өндірістік ғимараттарда пайдалану коэффициенті әдісімен есептейді.

Бұл әдіспен анықтауда шамның жарық ағыны мына теңдеумен анықталады.

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{N \cdot \eta}, \text{ лм} \quad (1)$$

мұндағы  $E$  - жарықтанудың ең аз берілгендері, лк;

$K$  - қор коэффициенті;

$S$  - жарықтану алаңы, м<sup>2</sup>;

$Z$  - біркелкі емес жарықтану коэффициенті;

$N$  - шам саны, шт;

$\eta$  - жарық ағынының пайдалану коэффициенті, т.с.с. ағын қатынасы, есептелген бетке берілуі барлық шам ағынының қосындысына; ғимарат индекс ұзындығы ( $i$ ) қабырға мен төбеге шағылу коэффициентіне тәуелді.

Ғимарат индексі мына теңдеумен анықталады:

$$i = \frac{S}{h(A+B)}, \quad (2)$$

мұндағы  $h$  - жұмыс орнынан шамның іліну ұзындығы, м;

$A, B$  - ғимараттың ені мен ұзындығы, м.

Шағылу коэффициенті өндіріс ғимаратының қалпына тәуелді болып таңдалады.

1.4 кестедегі берілген тапсырмаларды пайдаланып есептеу теориясымен жүргізіледі.

Есептеу реті:

а) 1.4 кестеден оқытушының берген нұсқауы;

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

б) 1.4 кестенің мәліметтері бойынша ғимараттың жарықтану ауданы  $S$ , м<sup>2</sup>, ғимарат индексі  $i$  (2) теңдеумен шығарылады;

в) 1.6 кестесі бойынша пайдалану коэффициентінің мәнін табу  $\eta$ ;

г) 1.7 кестеден көрермен жұмысының дәрежесін ескере отырып, жарық көзінің түрін және жарықтану жүйесінің жарықтану  $E$ , лк мәнімен таңдау;

д) 1.8 кестеден қор коэффициентінің мәнін алып, өндірістік ғимаратты сипаттау;

е) (1) теңдеу мәні бойынша, жарық ағынын  $F$ , лм есептеу;

ж) алынған жарық ағыны бойынша  $F$  шамды таңдау, 1.9 кестені пайдаланып, есептелген жарық ағынының таңдалған жарық ағынынан өзгерісі  $\pm 10\%$  болуы керек.

Алынған мәндерді 1.5 кестеге жазу керек.

1.4 к е с т е – Жасанды жарықтануды есептеу үшін берілген тапсырма (№3 тапсырма)

Параметрлер	Нұсқа				
	I,а	II,б	III,в	IV,в	V,а
Алынатын шамдар	НГ	ППД	НГ	ЛД	ДРЛ
Ғимарат ұзындығы А, м	10	12	18	20	40
Ғимарат ені В,м	8	10	10	14	25
Шамның іліну ұзындығы, h, м	2,5	2,5	3	4,2	5,5
Шамның жалпы саны, N, шт	10	15	25	30	60
Көрермен жұмысының дәрежесі	III, а	IV, б	V, а	III, б	IV, а
Төбеге шағылысу коэффициенті, $\rho_{пот}$ , %	50	30	70	30	30
Қабырғаға шағылысу $\rho_{стен}$ , %	30	10	50	10	10
Біркелкі емес коэффициенті, Z	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2
Өндіріс ғимаратының сипаттамасы	Шаңы аз бөлінетін ғимарат				

1.5 к е с т е – Жасанды жарықтану есептелуінің нәтижесі (№3 тапсырма)

Нұсқау нөмірі	S, м <sup>2</sup>	i	$\eta$ , %	K	N, шт	E, лк	F, лм	Қорытынды		
								Шам түрі	Қуат, Вт	Жарық ағыны, лм

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

1.6 к е с т е - Жарық ағынының пайдалану коэффициент мәні

Нұсқа	I			II			III			IV			V		
	ρ <sub>пот</sub> , %	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50
ρ <sub>с</sub> , %	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
ғимара т индекс i	<i>пайдалану коэффициенті</i>														
0,5	0,1 9	0,2 1	0,2 5	0,2 1	0,2 4	0,2 8	0,1 4	0,1 7	0,2 1	0,1 8	0,2 1	0,2 8	0,2 0	0,2 3	0,3 0
0,7	0,2 9	0,3 1	0,3 4	0,3 2	0,3 5	0,3 8	0,2 3	0,2 6	0,2 8	0,2 6	0,3 0	0,3 8	0,3 1	0,3 3	0,4 2
0,9	0,3 4	0,3 6	0,3 9	0,3 8	0,4 0	0,4 4	0,2 8	0,3 0	0,3 4	0,3 2	0,3 7	0,4 6	0,3 7	0,4 0	0,4 7
1,0	0,3 6	0,3 8	0,4 0	0,4 0	0,4 2	0,4 5	0,3 0	0,3 2	0,3 5	0,3 5	0,4 0	0,4 9	0,4 0	0,4 1	0,4 8
1,25	0,3 8	0,4 1	0,4 3	0,4 4	0,4 6	0,4 8	0,3 3	0,3 5	0,3 7	0,4 0	0,4 5	0,5 5	0,4 4	0,4 7	0,5 5
1,5	0,4 1	0,4 3	0,4 6	0,4 6	0,4 8	0,5 1	0,3 5	0,3 6	0,4 0	0,4 5	0,4 9	0,6 0	0,4 8	0,5 0	0,5 9
2	0,4 4	0,4 6	0,4 9	0,5 0	0,5 2	0,5 5	0,3 9	0,4 0	0,4 3	0,5 1	0,5 5	0,6 5	0,5 3	0,5 6	0,6 7
2,5	0,4 8	0,4 9	0,5 2	0,5 4	0,5 5	0,5 9	0,4 2	0,4 4	0,4 6	0,5 5	0,5 8	0,7 0	0,5 7	0,5 9	0,7 1
3	0,4 9	0,5 1	0,5 3	0,5 5	0,5 7	0,6 0	0,4 3	0,4 5	0,4 7	0,5 8	0,6 1	0,7 3	0,5 8	0,6 0	0,7 3
4,0	0,5 1	0,5 2	0,5 5	0,5 7	0,5 9	0,6 2	0,4 5	0,4 7	0,4 9	0,6 1	0,6 4	0,7 7	0,6 1	0,6 3	0,7 7
5,0	0,5 2	0,5 4	0,5 7	0,5 8	0,6 0	0,6 3	0,4 6	0,4 8	0,5 1	0,6 5	0,6 7	0,8 0	0,6 3	0,6 6	0,7 9

1.7 к е с т е – Жасанды жарықтанудың жарық нормасы (ҚР ҚНЖЕ 2.04-05-2002-дан «Табиғи және жасанды жарықтану. Жалпы талабы» )

Көгермен жұмысының сипаттамасы	Объектінің аз немесе эквивалентті өлшемі, мм	Көгермен жұмысының дәрежесі	Көгермен жұмысының қосалқы р азряды	Объектінің фонмен қарама-қарсылығы	Фонның сипаттамасы
1	2	3	4	5	6
Үлкен	0,3-	III	a	Аз	Қараңғы

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

дәлділік	тен 0,5-ке дейін		б	Аз	Орташа Қараңғы
			в	Аз Орташа Үлкен	Жарық Орташа Қараңғы
			г	Орташа Үлкен Үлкен	Жарық Жарық Орташа
Орташа дәлділік	0,5- тен 1- дейін	IV	а	Аз	Қараңғы
			б	Аз Орташа	Орташа Қараңғы
			в	Аз Орташа Үлкен	Жарық Орташа Қараңғы
			г	Орташа Үлкен Үлкен	Жарық Жарық Орташа
Аз дәлділік	1- ден 5- дейін	V	а	Аз	Қараңғы
			б	Аз Орташа	Орташа Қараңғы
			в	Аз Орташа Үлкен	Жарық Орташа Қараңғы
			г	Орташа Үлкен Үлкен	Жарық Жарық Орташа
Қатты (Өте аз дәлділік)	Аз 0,5	VI		Фон мен объектінің контрастылығынан және сипаттамасынан тәуелсіз	

1.8 кесте – Қор коэффициентінің мәні  $K_k$

	Қор коэффициенті $K_k$	
	Көлденең шам	Қыздыру шамдары
Шаң, түтін көп бөлінетін ғимарат	2,0	1,7
Шаң, түтін орташа бөлінетін ғимарат	1,8	1,5

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

Шаң, түтін аз бөлінетін ғимарат	1,5	1,3
---------------------------------	-----	-----

1.9 к е с т е – Қыздыру және газоразрядты шамдардың U=220 В кезіндегі жарық ағыны мен қуаты

Қыздыру шамдары			Газоразрядты шамдар		
Шам түрі	Қуаты, Вт	Жарық ағыны, лм	Шам түрі	Қуаты, Вт	Жарық ағыны, лм
НВ-23	15	105	ЛД	15	590
НВ-24	25	220		20	920
НВ-25	40	400		30	1640
НГ-27	60	715		40	2340
НГ-48	100	1450		65	3570
НГ-49	150	2000		80	4070
НГ-50	200	2800	ДРЛ	80	3200
НГ-51	300	4600		125	5600
НГ-53	500	8300		250	13000
НГ-54	750	13100		400	19000
НГ-55	1000	18600		700	35000

**Практикалық сабақ №4 Жарық беру желісінен жарықтандыруды есептеу**

Жоспардағы ғимараттың өлшемі:

ұзындығы (А) – 68 м; ені (В) – 10,5 м; ғимараттың максималды биіктігі (h<sub>max</sub>) – 4,43; минималды биіктігі (h<sub>мин</sub>) – 2,1 м. Ш.Ш. үшін қалыпты жарықталу – 20 лк, газ разрядты шамдар үшін – 50 лк. Жылу берілмейтін бөлмелер, “В” категориясы, класс П–Па ЭОЕ (ПУЭ) бойынша.

Ш.Ш.-мен НСП11 (қорғау дәрежесі IP60, КСС–М; η<sub>с</sub> = 0,77) типті шамдалды қабылдаймыз Жарық ағынының пайдалану коэффициентінің тәсілімен есептеуді жүргіземіз. Жалпы біркелкі жарықталу жүйесі үшін шамдалдардың біркелкі орналасуын қабылдаймыз. Алдын ала шамдалдардың санын белгілейміз. h = 2,5 м деп қабылдаймыз, сонда НСП11 (КСС–М) шамдалдары үшін λ = 1,6 м.

Қатарлар саны:

$$v = \frac{B}{\lambda \cdot h} = \frac{10,5}{2,6 \cdot 2,5} = 1,6$$

v = 2 деп қабылдаймыз, қатарларды жардан В/2 етіп орналастырамыз, биіктікті нақтылаймыз h = 3,2 м.

Қатардағы шамдалдардың санын анықтаймыз:

$$n_0 = \frac{A}{\lambda \cdot h} = \frac{68}{2,6 \cdot 3,2} = 8,2 \text{ д.}$$

8 ш. етіп қабылдаймыз.

Бөлмедегі шамдалдардың жалпы саны N = 2 · 8 = 16 д.

Шамдардың қуатын анықтаймыз.

Шамдалдардың жарықтық ағыны:



**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

$$\Phi = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

$E_H = 20$  Лк;  $K_3 = 1,15$ ;  $S = 10,5 \cdot 68 \approx 715 \text{ м}^2$ ;  $Z = 1,15$ ;  $N = 16$ ;

$\eta$  – НСП11, КСС–М шамдалының жарық ағынының пайдалану коэффициенті  
Бөлменің индексін анықтаймыз:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{715}{3,2(68 + 10,5)} \approx 2,85 \approx 3$$

3.11 кестесі бойынша  $i = 3$  үшін;  $P_H = 0,5$ ;  $P_{ст} = 0,3$ ;  $P_p = 0,1$ ; КСС–М

3.7 кестесі бойынша  $\eta_H = 0,65$  табамыз,  $\eta_c = 0,77$ , сонда  $\eta = \eta_H \cdot \eta_c = 0,65 \cdot 0,77 = 0,5$

$$\Phi = \frac{20 \cdot 1,15 \cdot 715 \cdot 1,15}{16 \cdot 0,5} = 2350 \text{ Лм.}$$

$P_L = 200$  Вт деп аламыз Г 215–225 –200 типі  $\Phi = 2920$  Лм

$\frac{E_\phi}{E_H}$  қатынасы  $\frac{2920}{2350} \cdot 100 = 124\%$  құрайды, +24% ауытқуы жіберілмейді.

Әр қатарда шамдалдардың санын 1-ге азайтамыз.

Сонда  $\Phi_{\text{потребный}} = 2350 \frac{16}{14} \approx 2700 \text{ Лм}$   $\frac{E_\phi}{E_H} = \frac{2920}{2700} = 1,08$ , +8% ауытқуы жіберіледі.

Қорытындылай келе НСП11–200,  $P_L = 200$  Вт 14 шамдал қабылдаймыз

**Практикалық сабақ № 5 Дәлдік әдіспен жарықтандыруды есептеу  
жарықталуын меншікті қуат әдісі бойынша есептеу.**

$E_H = 50$  Лк, шамдал РСП21–004, КСС–Д–2,  $\eta_c = 0,6$

Есептеуді меншікті қуат әдісі бойынша жүргіземіз:  $e = \frac{B}{\lambda \cdot h}$   $h = 3,2$  м;  $\lambda = 1,6$  м

$$e = \frac{10,5}{1,6 \cdot 3,2} = 2,05 \quad e = 2 \text{ деп қабылдаймыз}$$

$$n_0 = \frac{A}{\lambda \cdot h} = \frac{68}{1,6 \cdot 3,2} = 13,5 \text{ д. } n_0 = 14 \text{ д. деп қабылдаймыз}$$

$$N = v \cdot n_0 = 2 \cdot 14 = 28 \text{ д.}$$

Меншікті қуатты анықтаймыз:

$$W_{y\phi} = \frac{W_{yc} \cdot E_H}{\eta_c \cdot 100}$$

3.10 кестесі бойынша  $h = 3–4$  м үшін,  $S_{\text{усл}} = 2B^2 = 2 \cdot 10,5^2 = 220 \text{ м}^2$ , КСС–Д–2,  
 $W_{yc} = 4,4 \text{ Вт/м}^2$  табамыз, сонда:

$$W_{y\phi} = \frac{4,4 \cdot 50}{0,6 \cdot 100} \approx 3,7 \text{ Вт/м}^2$$

Шамның қуатын анықтаймыз:

$$P_L = \frac{S \cdot W_{y\phi}}{N} = \frac{715 \cdot 3,7}{28} = 95 \text{ Вт.}$$

ДРЛ–80 шамын қабылдаймыз,  $P_L = 80$  Вт.

Жарықталу ауытқуы:

$$\Delta E = (1 - \frac{95}{80}) \cdot 100 = -18\%, \text{ бұл жіберілмейді.}$$

Қатардағы шамдар санын екеуге, сонда

$$P_L = \frac{715 \cdot 3,7}{32} = 82,7 \text{ Вт}$$

$$\Delta E = (1 - \frac{82,7}{80}) = -3,3\%,$$

бұл жіберіледі.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Қорытындылай келе бөлмені жарықтандыру үшін РСП21–80;  $P_{л} = 80$  Вт 32 шамдал қабылдаймыз.

## Практикалық жұмыс № 6 Пайдалану коэффициенті әдісімен жарықтандыруды есептеу

Жарық техникалық есептемелерді жүргізу үшін таңдалған типтік жарықтандыруды алу мақсатында негізінен оның қуатын, шамдарды орналастыру мен шамдар санын анықтауымыз қажет.

Жобалау үшін негізгі міндет – шамдар типі және олардың орналасуы жарықтандыру сапасы мен оның үнемділігіне қатысты таңдалғаны дұрыс.

Жарықтандыру есептемесін шешудің екінші жолы егерде шамның қуаты нақты берілген болса, мысалы, 80 Вт қуатты люминесценттік шамдарды пайдалану арқылы шығарылады.

Есептеменің үшінші жолы берілген қондырғы бойынша шығарылады, егер де жарықтандыруды өлшеу мүмкін болмаған жағдайда, және жобаны және есептемені тексеру үшін, мысалы есептемені тексеру үшін пайдалану коэффициентімен бірге орындалатын нүктелік әдісті пайдалануға болады. Жарық техникалық есептемелерді орындаудың мүмкін әдістері:

- 1) жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісі;
- 2) меншікті қуат әдісі;
- 3) нүктелік әдіс.

**Пайдалану коэффициенті әдісі** кез келген типті шамдармен жалпы бір қалыпты жарықтандыру есептемесі үшін қолданылады.

**Меншікті қуат әдісі** жарықтандырғыш қондырғының белгіленген қуатын алдын-ала және жуық мәнде анықтау үшін пайдаланылады.

Меншікті белгіленген қуат деп шам қуатының жайдың ауданына қатынасы арқылы анықталады:

$$P_{уд} = (P_{л} \times n) / S, \quad (6.1)$$

мұнда  $P_{уд}$  – меншікті белгіленген қуат, Вт/м<sup>2</sup>;

$P_{л}$  – шам қуаты, Вт;

$n$  – тұрғын-жайдағы шамдар саны;

$S$  — жайдың ауданы, м<sup>2</sup>.

**Жарықтандыруды есептеудің нүктелік әдісі** бір қалыпты жарық таратуды есептеу үшін қажет, түзу жарықты шамдар бойынша жергілікті жарықтандыру жарықтандырылатын беттің орналасуына тәуелді емес.

Тұрғын-жайды жарықтандыру – шамдардың жалпы жарық ағынының жайдың ауданы мен түзету коэффициентіне « $\eta$ » қатынасы:

$$E_{\{лк\}} \approx \eta * S_{\{м^2\}}' \frac{F_{\{лм\}}}{S_{\{м^2\}}} \quad (6.2)$$

Жұмыс бетіне келетін жарық үлесіне « $\eta$ » көзбен баға беруге болады. Негізінен өте орташа тұрғын-жай үшін шамнан жұмыс бетіне жарықтың жартыс ғана жетеді, яғни дәрекі бағалау үшін коэффициент  $\eta = 0,5$  пайдаланамыз. Мысалы, 20м<sup>2</sup> ауданды бөлмеде шамның жарық ағыны 700лм тең (қыздыру шамының эквиваленті 60Вт)  $E = 0,5 \times 700лм / 20м^2 = 18лк$  жарық береді. Ал бұл 150 лк жарық алу үшін  $F = 700лм \times (150лк / 18лк) = 5800лм$  болуы керек, немесе 8 лампалы қыздыру шамының эквиваленті 60Вттан тұруы керек.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Тұрғын жайды жарықтандыру үшін қажетті жарықтандырғыш шамдарның саны келесідей формуламен есептеледі:

$$N = \frac{F_1 * A}{Lu * LLF * Cu} \quad (6.4)$$

мұнда N – қажетті шамдар саны;

$F_1$  – талап етілетін жарықтандыру деңгейі;

A – шаршы метр бойынша есептелген тұрғын – жай ауданы;

Lu – люмен бойынша анықталатын бір шамның қуаты;

Cu – пайдалану коэффициенті;

LLF – жарықтың біріктірілген шығын коэффициенті.

Жарықтандыру деңгейі есептемесі келесідей формуламен анықталады:

$$E = \frac{1}{d^2}, \quad (6.5)$$

мұнда E = люкс бойынша анықталатын жарықтандыру деңгейі;

I = люмендегі жарық күші;

d = жарық көзінен метрдегі аудан бетіне дейінгі ара қашықтық.

Тұрғын – жай индексі төмендегідей формуламен анықталады:

$$I = 2.5h * P / S, \quad (6.6)$$

мұнда I – тұрғын – жай индексі;

h – шамнан жоғарғы жұмысшы бет нүктесіне дейінгі ара қашықтық;

P – тұрғын – жай периметрі;

S – тұрғын – жай ауданы.

## Пайдалану коэффициенті (CU)

Пайдалану коэффициенті шамның жарық ағынының сапалық өлшемі болып табылады, ал шам жұмысшы беттің жарықтандырудың пайдалы деңгейін жоғарылату үшін арналған. Ол үшін төмендегідей шамаларды анықтау қажет болады:

- тұрғын-жай индексі, оның геометриясын есептеу үшін;

- нақты шамдар мен лампа үшін фотометриялық диаграмма.

**6.1-есеп.** Жарық қуаты 60 Вт шамды қыздыру 1100 люменге тең. Берілген шамның жарық шығару шамасы қандай?

$$\text{Жарық шығару} = 1100/60 = 18,3 \text{ лм/Вт.}$$

Люминесценттік шамды құрамға 40 ваттан тұратын екі шам кіреді және қуаты балласты 20 Вт. Егер әрбір шамның жарық ағыны 3000 люменді құрайтын болса, онда шамның жарық беруі қандай болады?

$$\text{Жалпы жарық ағыны} = 3000 + 3000 = 6000 \text{ люмен.}$$

$$\text{Жалпы қуат} = 40 + 40 + 20 = 100 \text{ В.}$$

$$\text{Жарық беру} = 6000/100 = 60 \text{ лм/Вт.}$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

**6.2-есеп.** 1200 квадрат метрлік тұрғын – жай ауданымен жұмыс бетіндегі 500 люкске тең жарықтың санының бірқалыпты таралуың қамтамасыз ету үшін баспанаға қажетті шамдардың санын анықтаңыз.

Әрбір шамға 3000 люмен жарық ағынынан тұратын екі лампа орналастырылған деп болжам жасаймыз, сонымен қатар LLF 0,65-ке тең, ал CU = 70% деп аламыз.

$$N = \frac{F_1 * A}{Lu * LLF * CU} = \frac{500 * 120}{3000 * 0.65 * 0.7} = 44.$$

Екі лампалы шамның қажетті саны - 221 дана.

**6.3-есеп.** Біртұтас люминесценттік шамдарды пайдалану есебінен жарықты үнемдеу мысалы (БЛШ)

Балластпен салынған КЛГ қыздыру шамын 75 Вт-тан 18 Вт-қа алмастырамыз. Шам жылына 3000 сағат пайдаланылады.

Біртұтас люминесценттік шамдар қыздыру шамдарымен салыстырғанда 4 есе аз энергия пайдаланады.

Үнемділігі  $75 - 18 = 57$  Вт-ты құрайды. Бір шамның үнемдеу шамасы (кВт-ч)  $57 \text{ Ватт} * 3000 \text{ сағ} = 171 \text{ кВт-ч}$ .

Жарамды біртұтас люминесценттік шамдардың қызмет ету мерзімі 7500 сағатты құрайды.

Стандартты шамның қызмет ету мерзімі - 7 сағатты құрайды.

Біртұтас люминесценттік шамдардың қызмет ету мерзімі 10 есе көп және онымкен қоса техқызмет көрсетуде бірнеше есе жарық үнемделеді.

**6.3-есеп.** Аспаптағы жарық үнемдеу тәсілі және жарықтандыру жүйелері

7:1 25 метр өлшемді бөлмені жарықтандыру мысалын қарастырайық Т 12 маокалы 16 ескі 40 ватт люминесценттік шамдарды аламыз және әрқайсысы 15 Вт екілік магнит баластымен жабдықталған.

Жарықтың жүйесін жаңғыртудың бағдарламасы Т8 шамының электрондық балластармен ескі жүйені ауыстыру бойынша қорытындыланады. Бастапқы жүйедің бөлме жарықтың артық мөлшерін алды, сондықтан оны үш лампалы 32 Вт қуатты Т8 шам жүйесімен ауыстыру жоспарланады. Жалпы қуаттылығы 90 Ватт.

Жарықтандыру жүйесіндегі энергияны үнемдеу мөлшерін анықтаңыз, егер барлық шамның қызмет ету мерзімі жылына 4000 сағатты құрайтын болса.

Шешуі:

**Ескі жүйе**

$$\text{Шам, Ватт} = 4 \text{ лампа} * \frac{40 \text{ Вт}}{\text{лампа}} + 2 \text{ балласт} * \frac{15 \text{ Ватт}}{\text{балласт}} = 190 \text{ Вт.}$$

**Жаңа жүйе**

Шам = 90 Вт

$$\text{Ватт бойынша үнемділік} = \frac{190 \text{ Вт} - 90 \text{ Вт}}{\text{шам}} = \frac{100 \text{ Вт}}{\text{шам}}$$

**Энергияны үнемдеу**

$$\text{кВт-сағ/жыл} = \frac{100 \text{ Вт}}{\text{светильник}} * 16 \text{ шам} * \frac{4000 \text{ сағ}}{\text{жыл}} = \frac{6400 \text{ кВт*сағ}}{\text{жыл}}$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

## 6.4-есеп. Жарықтандырудың қуат тығыздығы

Жарықтандырудың қуат тығыздығы (ЖҚТ) жарық беруші жабдықты жобалауда пайдаланылатын және құрылыс нормаларында маңызды рөл атқаратын жұмысшы мінездеме болып табылады.

Жаңа жүйе мысалы арқылы жарықтандырудың қуат тығыздығы анықтаңыз:

1. (Қуат) кВт = (16 шам) x (әрбір шам 90Вт қуаттылықпен) = 1440 Вт
2. Кеңістік ауданы  $7*25=175$  шаршы метр
3. ЖҚТ = (1440 Вт)/(175 шаршы метр) = 8,23 Вт/ шаршы метр

Жарықтандыру жүйесін жаңғырту бойынша энергия үнемдеу тиімділігінің шараларының есептемесі:

- кВт-тағы қуат үнемдеу = (кВт<sub>ескі</sub> – кВт<sub>жаңа</sub>);
- кВт-сағаттағы электр энергиясын үнемдеу = (кВт<sub>ескі</sub>- кВт<sub>жаңа</sub>)\*(сағат бойынша пайдалану уақыты);
- кВт<sub>ескі</sub> = (Ватт бойынша ескі шамның қуаттылығы + Ватт бойынша ескі баласттың қуаттылығы)\*(шам саны)/1000;
- кВт<sub>жаңа</sub> = Ватт бойынша жаңа шамның қуаттылығы + Ватт бойынша жаңа баласттың қуаттылығы)\*(шам саны)/1000.

Үнемділік мөлшері = қуат үнемдеу + электр энергиясын үнемдеу.

**6.5-есеп.** Жарықтандыру жүйесін жаңғырту бойынша энергия үнемдеу тиімділігінің шараларының есептеме мысалы

244000 шаршы фут биік тұрғын – жайды жарықпен қамтамасыз ету үшін 800 шағылысқан 400 Вт сынапты шамдар керек (455 Вт қуаты бар шамдармен және баласт қосып есептегенде).

800 бірдей 400 Вт жоғары қысымды натрий шамдарымен жарықтандыру жүйесімен алмастыру кезіндегі жылдық жарық үнемділігі қандай мөлшерде болады (465 Вт шам қуаттылығымен, балласты қосқанда)?

Жүйенің жылдық қызмет ету көлемі 8000 сағатты құрайды, бір кВт-сағ үшін энергияның құны \$ 0,05 тең, пика жүктеме кезіндегі айлық кВт-сағ энергияның құны \$ 6,00 тең.

Шешуі:

$\Delta \text{кВт} = (800 \text{ шам}) \times (\text{әрқайсысы } 0,455 \text{ кВт қуаттылықпен}) \times (2) - (800 \text{ шам}) \times (\text{әрқайсысы } 0,465 \text{ кВт қуаттылықпен}) = 356 \text{ кВт}.$

$\$ \text{ пика жүктеме кезіндегі үнемділік} = (356 \text{ кВт}) \times (\text{бір айға } \$ 6/\text{кВт}) \times (\text{жылына } 12 \text{ ай}) = \text{жылына } \$ 25\ 632$

$\$ \text{ энергия тұтытудағы үнемділік} = (356 \text{ кВт}) \times (\text{жылына } 8000 \text{ сағ}) \times (\text{кВт-сағатқа } \$ 0.05) = \text{жылына } \$ 142\ 400 \text{ в год}.$

$\$ \text{ есептегенде үнемдеудің жалпы көлемі} = (\text{жылына } \$ 25632 + \$ 142\ 400) = \text{жылына } \$ 168\ 032.$

Шығындар = (800 шам) x (1 шамға \$ 400) = \$ 320 000 (осы жоба бойынша жалпы үнемдеудің мысалды көлемі).

**6.6-есеп.** 10 x 15 шаршы ауданды, шамдар 3 метрлік биіктіктегі төбеде орналастырылған, ал жұмыс бетінің 60 см ұзындықты верстак станогымен сипатталатын тік төртбұрышты тұрғын-жайдың индексін табыңыз.

$$h = 3.0 - 0.6 = 2,4 \text{ м}.$$

Тұрғын-жай индексі =  $5 \times h \times (\text{Д} \times \text{Ш}) / (\text{Д} \times \text{Ш}) = 5 \times 2,4 \times (10 + 15) / (10 \times 15) = 12 \times 25 / 150 = 2.$

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

---

**6.7-есеп.** 10 x 15 шаршы ауданнан және төбенің биіктігі 3 метрді құрайтын тік төртбұрышты тұрғын-жайдың пайдалану коэффициентін табыңыз, төбенің шағылу коэффициенті 70% және қабырғаның шағылу коэффициенті 50%.

Жоғарыда көрсетілген мысалда тұрғын-жай индексі 2,0-ге тең болды. Төбенің шағылу коэффициенті = 70% және қабырғаның шағылу коэффициенті 50% пайдалана отыра  $CU = 0,81$ , немесе 81% екенін анықтаймыз.

**6.8-есеп.**  $A=21$  м,  $B=12$  м,  $H=4,2$  м,  $h_p=0,8$  м өлшемді аз шаң бөлетін жайдың төбесінің шағылу коэффициенті  $\eta_p=50$  %, қабырғаның шағылу коэффициенті  $\eta_c=30$  %, есептемелік бет  $\eta_r=10$  %. Пайдалану коэффициенті әдісімен  $E=50$  лк құру үшін қыздару шамдарымен "Астра" жарықтандыру шамының жарық ағынын анықтау.

**Шешуі.** Аз шаң бөлетін жайдың жарықтандыру қондырғысы қыздыру шамымен бірге қоса есептегенде қор коэффициенті  $k=1,3$ -ке тең етіп аламыз. "Астра" шамында косинустық жарық шашырату. Сондықтан оңтайлы салыстырмалы түрде шамдар арасындағы қашықтықты  $\lambda=1,6$  деп алу керек. Ілініп тұрған шамның биіктігін  $h_{cb}=0,5$  м деп алып, төмендегідей есептемелік биіктікті аламыз:

$$h_p=4,2-0,8-0,5=2,9 \text{ м.}$$

Шамдар аралық ара қашықтық:

$$L=2,9 \times 1,6=4,64 \text{ м.}$$

Жайдағы шамдар қатарының саны:

$$N_b=12/4,64=2,58.$$

Қатардағы шамдар саны

$$N_a=21/4,64=4,56.$$

Осы сандарды ең жақын үлкен мәнге дейін дөңгелектейміз:

Шамдардың жалпы саны:

$$N= N_a \times N_b=5 \times 3=15.$$

Шамдарды орналастырамыз.

Жайдың ені бойынша қатар аралық қашықтық  $L_b=4,6$  м, ал соңғы қатардан қабырғаға дейінгі қашықтық  $0,3L$ , атап айтқанда 1,4 м. Әрбір қатардағы шамдар аралық қашықтықты  $L_a=4,6$  м деп аламыз, ал соңғы шамнан қабырғаға дейінгі қашықтық  $(21-4,64)/2=2,6/3=1,3$  м. Бұл  $0,28 L$  құрайды.

Жай индексі

$$i=21 \times 12/[2,9(21+12)]=252/(2,9 \times 33)=2,63.$$

Анықтамалық бойынша жарық ағынын пайдалану коэффициенті  $\eta=0,6$ . Шам аралық қашықтық тәжірибе жүзінде ықтимал мәнге тең болғандықтан, онда минималды жарықтылықтың коэффициентін анықтаймыз  $z=1,15$ . Лампаға қажетті жарық ағынын анықтаймыз:

$$\Phi_{л} = 50 \times 1,15 \times 252 \times 1,3/(15 \times 0,6) = 2093 \text{ лм.}$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$\Phi_{л2090}$  лм жарық ағынына тең стандартты шам Г215-225-150 таңдаймыз, есептік мәннен  $\Delta\Phi=(2090-2093)100/2093= - 0,14\%$  кіші етіп аламыз.

Жарықтандыру қондырғысының электр қуатын  $W$ , шамдар санын  $N$ , ілінген шамдар биіктігін  $H_p$  анықтаймыз, электр станциясының аппаратты залын жалпы бір қалыпты жарықтандыру үшін төбеге шамдарды орналастыру сұлбасын құрамыз.

Аппаратты зал ұзындығы  $A = 20$  м, ені  $B = 10$  м, биіктігі  $h = 5$  м. Төбе ақ бояуға, ал қабырға көкшіл бояумен сырланған.

Шешуі: Қоректендіру желісінің кернеуін  $U = 220$  В, лампы накаливания мощностью  $W_{л} = 300$  Вт қыздыру шамының қуатын және НСП03 типті шамды таңдаймыз.

Есептемені пайдалану коэффициенті әдісімен жүргіземіз. Тұрғын-жайды талап етілетін мөлшерлі жалпы жарықтандыру үшін қажетті шамдар санымына формуламен анықталады:

$$N = \frac{E_{min} * k * S * Z}{\Phi_{л} * n * \eta}$$

мұнда  $K$  – қор коэффициенті.

Шаң көтерілу болмайтын тұрғын-жай үшін  $K_3 = 1,5$

$$S = A * B = 20 * 10 = 200 \text{ м}^2.$$

Қыздыру шамы үшін  $E_{min} = 200$  лк.

$\Phi_{л}$  – бір лампаны құратын жарық ағыны, лм. Қыздыру шамы үшін қуат  $W_{л} = 300$  Вт, ал жарық ағыны  $\Phi_{л} = 4100$  лм тең болып табылады.

$Z$  – тұрғын-жайды бір қалыпты емес жарықтандыру коэффициенті 1,15.

Пайдалану коэффициентінің мәні  $i$  жайдың индексіне тәуелді, жайдың қабырғадан және төбеден шағылу коэффициенті - ст, сонымен қатар ілінген шамдар биіктігі  $H_p$  бір-бірімен тығыз байланыста. Қабырғадан және төбеден шағылу коэффициенті 6 ст = 0,5 және  $\rho = 0,7$ . Ілінген шамдар биіктігі шамдардың және көлденең жұмыс бетінің деңгейі арасындағы қашықтық тәрізді анықталады.

Берілген мәндер бойынша:

$$H_p = h - (h_{раб} + h_{св}),$$

мұндағы  $h$  – жайдың биіктігі,  $h = 5$  м;

$h_{жұм}$  - жұмыс бетінің деңгейі (биіктігі),  $h_{раб} = 1,5$  м;

$h_{шам}$  – шамдар мен төбе аралық қашықтық,  $h_{св.} = 0,5$  м.

Онда:

$$H_p = 5 - (1,5 + 0,5) = 3 \text{ м.}$$

Тұрғын-жай индексі  $i$  мына формуламен анықталады:

$$i = \frac{A * B}{H_p * (A + B)} = \frac{20 * 30}{3 * (20 + 30)} = 1.9.$$

Бұл ретте шамдар саны тең:

$$N = \frac{200 * 200 * 1,5 * 1,15}{4100 * 0,56} = 30 \text{ дана.}$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Аппарат залының төбесіне шамдарды симметриялық түрде орналастырамыз, әр қатарға 10 шам ілу арқылы 3 қатар жасаймыз.

Жалпы жарықтандыру үшін жарықтандырғыш қондырғының электр қуаты тең:

$$W = W_{\text{л}} * n,$$
$$W = 300 * 30 = 9 \text{ кВт.}$$

**6.9-есеп.** Жалпы жасанды жарықтандыруды есептеу мысалы

Бастапқы деректер:

Объект: офсеттік мөрленген цех

Цех өлшемі: 20x6 м

Төбе биіктігі: шамдар 5 м биіктікте бекітілген.

Қабырға бетоннан тұрғызылған, ал төбе ақ бояумен сырланған.

Есептеуді түзу жарық ағынын, және де қабырғадан және төбеден шағылу коэффициентін есепке алуға мүмкіндік беретін жарық ағыны әдісімен орындаймыз.

1. Жұмыс дәлдігін және мөлшерленген жарықтандыру деңгейін анықтаймыз. «Полиграфиялық өнеркәсіпті жасанды жарықтандыру үшін ведомствалық нормалар» сәйкес офсеттік мөрленген цехты жалпы жарықтандыру 300 лк құрауы тиіс.

2. Жарықтандыру жүйесін таңдаймыз. Офсеттік мөрленген цехта «Полиграфиялық өнеркәсіпті жасанды жарықтандыру үшін ведомствалық нормалар» сәйкес 500 лк деңгейінде біріктірілген жарықтандыруды пайдалану ұсынылады, осыдан жалпы жарықтандыру 300 лк құрауы тиіс.

3. Жарықтандыру үшін өзіндік талап етілетін нормалар болады.

4. Жарық көзінің типін таңдаймыз. Түсті бедерлеменен қамтамасыз ету үшін арттырылған жарық шығаратын ЛДЦ лампалы люминесценттік шамды таңдаймыз.

5. Шамдарды орналастыру мен санын таңдаймыз. 6 м цех ені мен 5 м іліну биіктігі арқылы шамдарды 2 қатар жасап орналастырамыз (люминесценттік шамдардың қатар аралық үйлесімді қашықтығы 1,4 құрайды). 20 м цех ұзындығында бір қатарға ЛДЦ-65 лампалы 11 шамнан артық орналастырылмайды (шамдардың ұзындығы 1630 мм –ді құрайды).

Сондықтан есептеуді 22 шамға арнап шығарамыз.

Тұрғын-жайдың көрсеткішін анықтаймыз:

$$i = \frac{A * B}{H_p * (A + B)} = \frac{20 * 6}{5 * (20 + 6)} = 0.92$$

Жарық ағынын пайдалану коэффициентін анықтау үшін қажетті шам биіктігі  $h$  тұрғын-жайдың көрсеткішіне, қабырға және төбеден шағылу коэффициентіне тәуелді кестемен анықталады.

Төбеден шағылу коэффициенті 0,75-0,65.

Қабырғадан шағылу коэффициенті (силикатты кірпіш және бетон) 0,25-0,2.

Онда  $h=0,35$ .

Шамның жарық ағыны

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{л}} * K * S * z}{N * \eta} = \frac{300 * 1.6 * 120 * 1.1}{22 * 0.35} = 8228 \text{ лм.}$$



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

ЛДЦ-65-4 типті лампаның жарық ағыны 2900 лм.  $8228/2900=2,8$  биіктікпен шамдарды орналастырамыз, саны үш лампадан аспайтындай етіп орналастыру қажет. Үш лампалы шамдар қабылданбайды. 4 лампадан тұратын ЛБП04-4-65 шам типін таңдаймыз (КСС — Д типі) (шамдардың техникалық сипаттамаларын <http://www.electrospb.ru> сайтынан табуға болады («Анықтама» бөлімі). Шамның жалған жарық ағыны мынаған тең:

$$\Phi_{\text{л}} = 2900 * 4 = 11600 \text{ лм.}$$

Бұл есептік мәннен әлдеқайда жоғары болғандықтан шамдар санына түзетулер енгізу қажет.

Жарықтандырғыш қондырғының жалпы есептік жарық ағыны мынаған тең:

$$\Phi_{\text{оу}} = \Phi_{\text{св}} = 8228 * 22 = 181016 \text{ лм.}$$

Демек, шамдар саны тең:

$$N_{\text{факт}} = \frac{\Phi_{\text{оу}}}{\Phi_{\text{св}} \cdot \text{факт}} = \frac{181016}{11600} = 15,6.$$

2 қатар жасап орналастырылған 4 лампалы ЛДЦ-65-4 16 шам аламыз.

Бұдан жасанды жарықтандыру:

$$E_{\text{ф}} = \frac{\Phi_{\text{св}} * N * \eta}{K * S * Z} = \frac{2900 * 4 * 16 * 0,35}{1,6 * 120 * 11} = 307,5 \text{ лк.}$$

(жасанды жарықтандыру есептік мәннен  $-10 - +20\%$ -дан аспауы керек).

## Өздігінен шешуге арналған есептер

**6.10 – есеп.** Ақ жарықты люминесценттік шамдармен жалғыз жарық ағынына ие  $\Phi_{\text{л}} = 2500$  лм төбе шамдардың санын анықтау, тәжірибелік сабақтарға арналған аудиториядағы орташа жарықтандыруды қамтамасыз ету үшін  $E_{\text{н}} = 300$  лк (500 лк) қажет. Шамдар типін және шағылу коэффициенттерін өздігінен анықтау керек.

**6.11 – есеп.** Тікелей жарықты өндірістік шамдар шоғырланған жарық тарату (К жарық типінің қисық күші), терезеден шағылған және ДРЛ шамның қуаты 300 Вт (500 Вт),  $h = 6$  м ( $h = 4$  м) биіктікке ілінген. Көлденеңдік бойынша  $a = 5$  м ( $a = 3$  м) қашықтықта шамдар проекциясынан алыстатылған Р нүктесіндегі  $E_{\text{көлд}}$  көлденең жарықтандыруды есептеу.

**6.12 – есеп.** Ауданы 150 шаршы метрді құрайтын цехты жалпы жарықтандыруды есептеу. Жарықтандыру 20 лк, шамдарды орнату биіктігі 5 м. Шамдар типін және қабырғаның бояу түсін анықтау.

**6.13 – есеп.** Ауданы  $m^2$  ( $a = 6$  м,  $b = 5$  м,  $H = 3$  м) әкімшілік топтық бюросының (кеңседе) жұмыс орындары дербес компьютерлермен жабдықталған. Нормаларға сәйкес үстелдер жазықтығы орташа  $E_{\text{н}} = 500$  лк жарықтадырумен қамтамасыз етілуі тиіс, дисплейдегі кедергі жасайтын шағылауларды болдырмау үшін шамдар шектеулі жарықтылыққа ие болуы керек. Үй-жай қоршау беттерінің ашық түсіне ие: шағылу Шамдар коэффициенттері  $p_1 = 0,8$ ;  $p_2 = 0,5$ ;  $p_3 = 0,3$ . ПЭКі-і 69 %. Жарықтандыру үшін таңдалған құрамалы осы төбеге NW фирманың V-LUX (Бельгия) шаршы типті шамдары ілінген. 18 Вт ( $\Phi_{\text{л}} = 1050$  лм) бойынша жылулық-ақ жарықты төрт люминесценттік шамдармен және және айналық қалқаланған торларлар (торлар типі АВ/АВ – Anadized Bright) мен параболалық

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

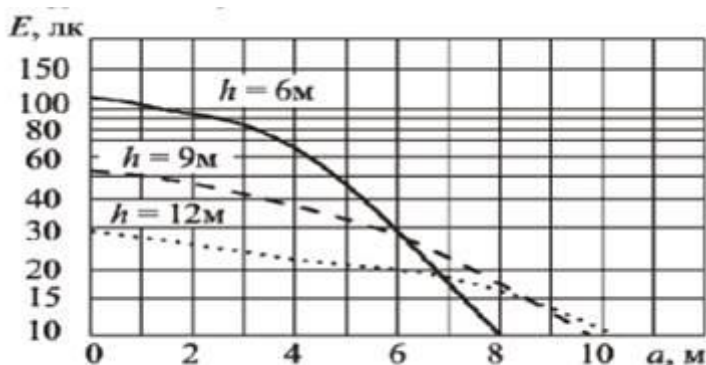
пішінге ие бойлық және көлденең элементтерінің қажетті бұрыштары астындағы шамның жарықтық шығу саңылауларын бақылауды күрт төмендетеді.

**6.14 – есеп.** Ауданы  $S = 18 \text{ м}^2$  (7,2x 2,5 м) және биіктігі  $h = 2 \text{ м}$  аяқ киім витринасында  $E_{\text{ср}} = 1500 \cdot 1,25$  орташа көлденең жарықтандыруды құру қажет.

Жарықтандыру жоғары сапалық жарық таратумен ( $P_a > 80$ ) және минималды энергия тұтынумен қамтамасыз етуі тиіс. Осы талаптарды қанағаттандыру үшін жарықтандыру аспабы ретінде қуаты 150 Вт ақ түсті (жарық беруі  $\eta_{\text{ж}} = 75 \text{ лм/Вт}$ ;  $\Phi_{\text{л}} = 11250 \text{ лм}$ ; сәулеленудің түстік температурасы  $T_{\text{т}} = 4200 \text{ К}$ ; түс берудің жалпы индексі  $R_a = 85$ ; қызмет ету мерзімі – 6000 сағ) галоген металды лампалы жұмыр симметриялық шамдар таңдалды. Шамдардың остік күші  $I_0 = 7880 \text{ кд}$ ; 50%-дық жарықтың остік күшінің төмендеуінен қатысты жарық шоғыры сәулесінің шашырау бұрышы,  $2 \alpha_{0,5 I_0} = 60^\circ$ ;  $L_{30^\circ} = 0,5 \cdot I_0 = 3940 \text{ кд}$ .

Витрина жарықтандырудың нәтижелері

h, м	D, м	A, м	$E_{\text{min}}$ , ЛК	$E_{\text{max}}$ , ЛК	$E_{\text{ср}}$ , ЛК
1,0	1,15	1,0	2564	7880	4565
1,5	1,73	2,3	1140	3501	2029
2,0	2,30	4,2	641	1970	1141
3,0	3,45	9,4	285	875	507
4,0	4,6	16,6	160	492	285



## Практикалық сабақ № 7. Прожекторлық жарықтандыруды есептеу

7.1 Электрлі жарықтандыру есебінің мақсаты берілген жарықтылықты алу үшін қажетті шамдардың жалпы қуаттылығын; шырақтар мен прожекторлардың санын; прожекторлық дiңгектердi және шырақтарды орнату орындарын анықтау болып табылады.

7.2 Құрылыс алаңын жұмыстық жарықтандыру есебін меншікті қуаттылық бойынша жүзеге асырады.

Есептеу мақсаттары үшін барлық құрылыс алаңын учаскелерге бөледі (мысалы, алаңды жалпы жарықтандыру, жер жұмыстарын өндіру орындарын жарықтандыру, құрылыс конструкцияларын монтаждау учаскесін жарықтандыру және т.с.с.). Содан кейін әрбір учаске үшін оның алып жатқан ауданын  $A$ ,  $\text{м}^2$  анықтайды және меншікті қуаттылық шамасын табады  $p$ ,  $\text{Вт/м}^2$ :

$$p \leq 0,2E_{\text{нк}}, \quad (1)$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

мұнда  $E_n$  – 5.2-ге сәйкес, А қосымшасының А.2 кестесі бойынша немесе А.1 кестесі бойынша қабылданатын лк, жарықтылықтың нормаланатын деңгейі;  
 $k$  – 4-кесте бойынша қабылданатын қордың коэффициенті.

## 4-кесте – прожекторлар санын есептеу кезіндегі қордың коэффициенті $k$

Жарықтандырғыш аспаптың типi	Жарық көзінің типіне арналған қордың коэффициенті $k$	
	Қыздыру шамдары	Газразрядтық жарық көздері
Прожекторлар	1,5	1,7
Шырақтар	1,3	1,5

Прожекторлардың шамалас қажетті санын есептейді:

$$n = \frac{pA}{l}$$

мұнда  $n$  – прожекторлардың талап етілетін саны;  
 $p_l$  – прожекторлардың қолданылатын типіндегі шамның қуаттылығы, Вт. Негізгі жарықтандырғыш аспаптардың сипаттамалары Б қосымшасының Б.1-кестесінде келтірілген.

Орнатуға қажетті жұмыстық жарықтандыру прожекторларының санын әлдеқайда дәл анықтауды жарықтандырылатын аумақ жоспарындағы изолюкс қисық сызықтарының шаблондарын үйлестіру арқылы немесе прожекторлардың топтарынан жарықтылық графиктерін қолданумен жүргізу керек.

7.3 Құрылыс алаңының есептік учаскелерінің әрқайсысын жұмыстық жарықтандыру үшін қажетті тұтынушылық қуаттылықты,  $P$ , кВт, келесі формула бойынша анықтайды:

$$P = \frac{pA}{1000}$$

Құрылыс алаңын жұмыстық жарықтандырудың жарықтандырғыш жүктемелерінің жиынтық қуаттылығын жекелеген есептік учаскелердің тұтыну қуаттылықтарын қосумен анықтайды.

7.4 Ғимараттардың ішінде құрылыс және монтаж жұмыстарын орындау орындарын дп жұмыстық жалпы біркелкі жарықтандыру есебін жарық ағыны әдісімен немесе меншікті қуаттылық әдісімен жүзеге асырады.

7.5 Құрылыс алаңының электрқондырғыларының толық есептік қуаттылығын есептеу мақсаттары үшін жарықтандырғыш желінің электрқабылдағыштарын сұраудың келесі коэффициенттерін қабылдау керек:

- сыртқы жарықтандыру – 1,0;

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ  
КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

- ішкі жарықтандыру – 0,8-ден 0,9 дейін.

7.6 Құрылыс алаңдарын сыртқы жарықтандыру шырақтарын және прожекторларын орнатудың минималды биіктігі олардың көзді қарықтыратын әсерін шектеу қажеттілігімен анықталады және шамдар жарығының күшіне және талап етілетін жарықтылыққа байланысты есептеу нәтижелері бойынша қабылданады.

7.7 Құрылыс алаңдарын сыртқы жарықтандырушы жарықтандырғыш қондырғыларының көзді қарықтырушы әсерін шектеу үшін жер деңгейінің үстінде шырақтарды орнату биіктігі болуы тиіс:

- қорғаныш бұрышы 15°-тан кем шырақтар үшін – 5-кестеде көрсетілгеннен кем емес;

- қорғаныш бұрышы 15° және одан асатын шырақтар үшін – кем дегенде 3,5 м.

Адамдардың өтуіне немесе технологиялық (немесе инженерлік) жабдыққа қызмет көрсетуге арналған алаңдарда, сонымен қатар ғимаратқа кіреберісте қорғаныш бұрышы 15° және одан асатын (немесе шағылыстырғышсыз сүт түстес әйнектен жасалған шашыратқыштармен) шырақтарды ілу биіктігін шектеуге жол берілмейді.

**5-кесте – Көзді қарықтыратын әсерді шектеу шарттары бойынша құрылыс алаңдарын сыртқы жарықтандырушы жарықтандырғыш аспаптарын орнатудың төменгі биіктігі**

Шырақтардың жарық тарату типі	Бір тіректе орнатылған шырақтардағы шамдардың үлкен жарық ағыны, лм	Шырақтарды орнатудың төменгі биіктігі, м
Жартылай кең	6000-нан аз	7,0
	6000-нан 10000 дейін	7,5
	10000-нан жоғары 20000 дейін	8,0
	20000-нан жоғары 30000 дейін	9,0
	30000-нан жоғары 40000 дейін	10,0
	40000-нан жоғары	11,5
Кең	6000-нан аз	7,5
	6000-нан 10000 дейін	8,5
	10000 нан жоғары 20000 дейін	9,5
	20000-нан жоғары 30000 дейін	10,5
	30000-нан жоғары 40000 дейін	11,5
	40000-нан жоғары	13,0

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

7.8 Жұмыс істеушілердің көздерін қарықтырмау мақсатында жарықтандырғыш қондырғы жарығының осьтік күшінің бағытын жарықтандырылатын жұмыс аймағының орталығынан ауыстыру керек.

7.9 Сейілген жарық шырақтарын орнату биіктігі 6000 лм дейін жарық көзінің жарық ағынында кем дегенде 3м және 6000 лм асатын жарық ағынында кем дегенде 4 м болуы тиіс.

7.10 Бір жарықтандырушы аспап (прожектор немесе прожекторлық типтегі көлбеу орналасқан жарықтандырғыш аспап) жарығының  $I_{\text{макс}}$ , кд, осьтік күшінің осы аспаптарды орнату биіктігінің квадратына  $H$ , м, қатынасы нормаланатын жарықтылыққа байланысты б-кестеде көрсетілген мәндерден аспауы тиіс.

**б-кесте – Жарықтың осьтік күшінің орнату биіктігінің квадратына қатынасы**

Нормаланатын жарықтылық, лк	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50
$I_{\text{макс}}/H^2$	100	150	250	300	400	700	1400	2100	3500

ЕСКЕРТПЕ Бірнеше жарық аспаптары жарығының осьтік күшінің бағыттары сәйкес келгенде әрбір аспаптың жол берілетін мәндері  $I_{\text{макс}}/H^2$  кестелік мәнді осы жарық аспаптарының санына бөлу арқылы анықталады.

7.11 В қосымшасының В.1 кестесінде шамдардың типіне және қуаттылығына байланысты құрылыс алаңын сыртқы жарықтандыру шырақтарын және прожекторларды орнатудың ұсынылатын минималды биіктіктері келтірілген.

7.12 Құрылыс алаңында жарықтандырғыш қондырғыларды орналастыру және бағдарлау кезінде жекелеген учаскелерге қызмет көрсететін прожекторлардың шамалас санын ескеру керек. Жарықтандырушы қондырғылардың санын азайту үшін қуаттылығы үлкен прожекторларды қабылдауға жол беріледі.

7.13 Нормаланатын жарықтылық 2,0 лк және 0,5 лк болатын құрылыс алаңын жалпы біркелкі жұмыстық жарықтандыратын жарықтандырғыш аспаптардың ұсынылатын орналасу схемалары сәйкесінше Г қосымшасының Г.1 және Г.2 кестелерінде келтірілген.

7.14 Құрылыс алаңдарын жарықтандырғыш қондырғылардың прожекторлары олардың шығыс саңылаулары көшелердің және жолдардың жалғасып жатқан жүргіншілік және жаяу жүргіншілік бөліктерінде жүргізушілердің және жаяу жүргіншілердің орталық көру алаңында болмайтындай түрде орналасуы тиіс немесе жарықтан қорғалған құрылғылармен экрандалуы тиіс.

7.15 Жақын маңдағы тұрғын үй ғимараттарының, интернаттық және емдеу-профилактикалық мекемелердің түнемелі корпустарының терезелерін жарықтандыруды шектеу шараларын қабылдау керек. Көшелік, сәулеттік, жарнамалық, витриналық, құрылыс

## **КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

алаңқайларын жарықтандыруды қосқанда, сыртқы жарықтандыру қондырғыларының барлық түрлерімен түзілетін көрсетілген ғимараттардың терезелеріне жиынтық тік жарықтандыру деңгейлері ҚР ҚН 2.04-01 келтірілген мәндерден аспауы тиіс

Терезелердің жарықталуын шектеу мақсатында жарық күшінің терезелерге бағытындағы мәндері шектелген шырақтарды немесе экрандаушы торлармен шырақтарды қолдану керек.

7.16 Құрылыс алаңқайының жарықтандырғыш қондырғысын тексеруді өлшеу, есептеу немесе деректерді тексеру арқылы жүргізу керек.

Жарықтылықты және оның таралу біркелкілігін тексеру нормалау жазықтығында өлшеу арқылы жүргізілуі тиіс және бақылаулық нүктелер есептік тор нүктелеріне сәйкес болуы тиіс.

Көзді қарықтыруға тексеру жарықтандырғыш қондырғыда алынған параметрлерді және жобалық деректерді салыстырумен жүргізілуі тиіс.

Жарықтық ластануға әсер ететін жарық техникалық параметрлер өлшеу арқылы нақтылануы тиіс.

7.17 Құрылыс алаңында минималды жарықтылықты өлшеу кезіндегі бақылау нүктелерін жұмыс орындарында және жұмыс істеушілердің қозғалу жолында орналастыру керек. Тіректермен шектелген жарықтандырылатын ауданда бақылау нүктелерін тіректер арасындағы орталықтарда таңдау керек.

Күзеттік жарықтандыру шырақтары бойынша өлшеулерді жүргізу кезінде бақылаулық нүктелерді жарықтандырылатын аумақтың периметрі бойынша орналастыру керек.

Жарықтандырылатын учаскедегі жарықтанатын аумақтың периметрі бойынша бақылау нүктелерінің саны бестен кем болмауы тиіс.

Жарықтылықты өлшеуді МЕМСТ Р 54944 сәйкес жүргізу керек.

### **Практикалық сабақ № 8. Тарату құрылғыларының құралымдарын оқу**

5.1 Ғимараттардың ішінде орналасқан құрылыс және монтаж жұмыстарын жүргізу орындарын және құрылыс алаңдарын жұмыстық электрлі жарықтандыру жалпы (біркелкі және жергілікті) және құрама жарықтандыру қондырғыларымен жүзеге асырылуы тиіс.

Жарықтылықтың нормаланатын деңгейі 2 лк-ден асатын жұмыс учаскелері үшін жалпы біркелкі жарықтандыруға қосымша жалпы жергілікті жарықтандыруды қарастыру керек.

5.2 Жалпы жарықтандырушы (біркелкі және жергілікті) жарықтандырғыш қондырғылармен түзілетін жарықтылық А қосымшасының А.1-кестесінде көрсетілген нормаланатыннан кем болмауы тиіс. А қосымшасының А.1-кестесінде келтірілмеген құрылыс және монтаж жұмыстарын (түрлерін) өндіру учаскелері үшін минималды жарықтылықты А қосымшасының А.2 кестесіне сәйкес көру жұмысының разрядына байланысты қабылдау керек.

5.3 Егер көру шарттары қалыптыдан ерекшеленетін болса, жарықтылық мәндерін

□ қосымшасында көрсетілгендерден жарықтылық шәкілінің бір немесе одан асатын сатысына ерекшеленетінді қабылдауға жол береді.

ЕСКЕРТПЕ бір сатыға ерекшеленетін люкстердегі жарықтылықтың нормаланатын мәндерін келесі шәкіл бойынша қабылдау керек: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500.

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Пайдаланылатын жарықтың талап етілетін мәндерін ұлғайтады, егер:

- көру жұмысы өте маңызды болса;
- көру жұмысының объектісі қозғалса;
- жарықтылықтың сәйкес еместігінен туындаған қателіктерді түзету шешімін таппаса

немесе шығынды талап етсе;

- жоғары дәлдік немесе жоғары өндірімділік талап етілсе;
- жұмыскердің көру қабілеті төмендесе;
- жұмыс бөлшектері өте ұсақ болса немесе аз контрастқа ие болса;
- жұмыс өте ұзақ жалғасатын болса.

Талап етілетін пайдалану жарығы төмендетіледі, егер:

Т бөлшектер ерекше ірі болса немесе жоғары контрастқа ие болса;

У бұл тапсырма өте қысқа уақытта шешілетін болса немесе өте сирек болса.

5.4 Адамдар тек уақытша болатын жұмыстарды жүргізу учаскелері үшін жарықтылық деңгейін 0,5 лк дейін төмендетуге жол береді.

5.5 Басқыштардың, баспалдақ алаңқайларының және өтпелі көпірлердің, салынып жатқан ғимараттарға кіреберістердің және өту жолдарының, автокөлік тұрақтарының көлденең жарықтандырылуы кем дегенде 10 лк құрауы тиіс.

5.6 Қоршаған кеңістіктің жарықтандырылуы өндірістік қызметтегі объектінің жарықтылығына (жұмыскердің көру алаңындағы жарықтылыққа) сәйкес болуы және көру алаңында айқындылықтың қолайлы таралуын қамтамасыз етуі тиіс.

Қоршаған кеңістіктің жарықтануы өндірістік қызмет объектісінің жарықтылығына (жұмыскердің көру аймағының жарықтылығына) қарағанда аз болуы мүмкін, бірақ 1-кестеде келтірілген мәндерден кем болмауы тиіс.

### 1-кесте – Қоршаған кеңістік жарықтылығы мен өндірістік қызмет объектісі жарықтылығының (жұмыскердің көру аймағының жарықтылығы) арақатынасы

Өндірістің қызмет объектісінің жарықтылығы (жұмыскердің көру алаңындағы жарықтылық), лк	Қоршаған кеңістіктің жарықтылығы, лк
500 және одан асады	100
400	75
300	75
200	50
150	30

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

100	20
75	20
50	20
50-ден кем	нормаланбайды

5.7 Ғимараттардың ішіндегі құрылыс және монтаж жұмыстарын өндіру орындары және құрылыс алаңдары жарықтылығының сандық және сапалық көрсеткіштері жарықтандырғыш қондырғыларда пайдаланылатын кез келген жарық көздері үшін бірдей қабылдануы тиіс.

5.8 Жалпы біркелкі жарықтандыру қондырғыларын қолданыстағы құрылыс конструкцияларына, стационарлы және түгендемелі дiңгектерге және тіректерге, тасымалды тағандарға, сонымен қатар өңірдің табиғи биіктіктеріне орналастырады.

5.9 Жалпы жергілікті жарықтандыруды ғимараттарға, конструкцияларға және жалпы біркелкі жарықтандыру дiңгектеріне орнатылатын жарықтандырғыш аспаптармен, сонымен қатар 4.10-ға сәйкес құрылыс машиналарына және механизмдеріне орнатылған жарықтандырғыш аспаптармен (фарлармен, прожекторлармен немесе шырақтармен) жүзеге асыру керек

5.10 Жарықтандырғыш аспаптарды орналастыруды жарықтандырылатын аумақты жоспарлау және жұмыстарды өндіретін жекелеген учаскелер мақсатының ерекшеліктерін ескере отырып жүргізеді. Жарықтандырғыш аспаптарды орналастыру және шырақтардың типін таңдау жұмыстарды жүргізу орындарында қажетсіз көлеңкелердің пайда болуына жол бермеуі тиіс.

5.11 Сыйымдылықтардың ішінде дәнекерлеу жұмыстарын жүргізу кезінде жарықтандыру 12 В аспайтын кернеудегі шамдармен тасымалды қол шырақтарының көмегімен немесе сыртында орналасқан шырақтардың көмегімен жүзеге асырылуы тиіс.

5.12 Тігінен жүйелі қозғалатын жұмыстарды өндіру орындарын тасымалды және жылжымалы жарықтандырғыш аспаптармен жарықтандырған кезде жарықтандырғыш аспапты орнату биіктігін және оның оптикалық осі бағытының өзгерісін реттеуге арналған керек-жарақтар қарастырылуы тиіс.

5.13 Жарықтандырғыш аспаптарды қолайлы және қызмет көрсету үшін қауіпсіз орындарда орналастыру керек. Ғимараттардың өртенетін шатырларында (жабындарында) жарықтандырғыш аспаптарды орнатуға жол берілмейді.

5.14 Дiңгектерді, әдетте, құрылыс алаңының периметрі бойынша орналастырады; қажет болғанда оларды сонымен қатар жарықтандырылатын аумаққа тікелей орнатуға жол беріледі.

5.15 Биіктігі 45 м асатын барлық прожектордың дiңгектері негізгі жарық қоршауы шырағы істен шыққанда резервтік шырақты автоматты қосуға арналған құрылғы болғанда бір-бірден немесе бір мезгілде жұмыс істейтін жарықты қоршаудың қосарлы шырақтарымен орындалатын жарықтық қоршауға ие болуы тиіс. Жарықтық қоршаудың резервтік шырағын қосуға арналған автомат ол істен шыққан жағдайда жарықтық қоршаудың екі шырағы да қосылуы болатындай түрде жұмыс істеуі тиіс.



## **КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

Жарық қоршауының шырақтары дiңгектiң ең жоғарғы нүктесiнде орналасуы және қызыл түстi тұрақты сәулелендiрудi қамтамасыз етуi тиiс, бұл жағдайда кез келген бағыттағы жарық күшi кем дегенде 10 қызыл кандела болуы тиiс.

ЕСКЕРТПЕ Аэродром маңындағы аумақтарда және аэродром аумақтарында орналасатын биiктiгi 45

□ асатын прожекторлық дiңгектер үшiн аэродромдарды пайдалану ережелерiне сәйкес жарық қоршауына қосымша талаптар қойылуы мүмкiн .

5.16 Монтаж мерзiмiн төмендету, пайдалану шарттарын жеңiлдету және жалпы жарықтандырғыш жүйенiң құнын төмендету мақсатында, жарықтандырғыш аспаптардың, оларға арналған тiректердiң санын және электр жарықтандырушы тораптардың ұзындығын қысқартуға ұмтылу керек.

5.17 Жарықтандыру жүйесiнiң тиiмдiлiгiн жоғарылату үшiн жарық көздерiн келесi нұсқаламаларға сәйкес орналастыру керек:

Д жарықтандырғыш аспаптар қондырғысының биiктiгiн максималды, мүмкiндiгiнше, салынатын ғимарат шатырының деңгейiнде қабылдау керек;

Д прожекторлар арасындағы арақашықтық оларды орнату биiктiгiнiң төрт еселiгiнен аспауы тиiс және 30 м-ден 300 м дейiнгi шекте болуы тиiс;

Д қуатты жарық көздерi болмағанда, жарық көздерiн, әдетте, жарықтың сәйкес жиынтық күшiмен топтармен орналастыру керек;

П жарық ағыны бiрнеше бағытта, дұрысы үш, минималды – екi бағытта бағытталуы тиiс.

5.18 Құрылыс алаңын немесе құрылыс-монтаж жұмыстарын өндiру учаскесiн күзету талап етiлетiн тәулiктiң қараңғы мезгiлiнде, күзеттiң арнайы құралдары болмағанда күзеттiк жарықтандыру ретiнде пайдалану үшiн жұмыстық жарықтандыру шырақтарының бiр бөлiгiн бөлу керек.

Күзеттiк жарықтандыру А қосымшасының А.1 кестесiне сәйкес құрылыс алаңдарының немесе өндiрiс учаскелерiнiң шекараларында жердiң деңгейiндегi көлденең жарықтылықты немесе қоршау жазықтығына тiк жарықтылықты қамтамасыз етуi тиiс.

Тәулiктiң қараңғы мезгiлiнде құрылыс алаңының қауiптi аймақтарын қоршау жарықты сигналдармен қамтамасыз етiлуi тиiс. Жарықты сигналдар үшiн 42 В аспайтын кернеумен жарық көздерiн қолдану керек.

5.19 Құрылыс алаңының аумағын күзету үшiн арнайы техникалық құралдарды пайдаланған кезде күзеттiк жарықтандырумен қамтамасыз етiлетiн жарықтылықты күзеттiк жарықтандыруды жобалау тапсырмасы бойынша қабылдау керек.

5.20 Апаттық резервтік жарықтандыруды ерекше жауапты конструкцияларды бетондау бойынша жұмыстарды өндiру орындарында А қосымшасының А.1-кестесiне сәйкес, технологияның талабы бойынша бетон қалаудағы үзiлiс жол берiлмейтiн жағдайларда қарастыру керек.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Апаттық резервтік жарықтандырудың минималды ұзақтығын технологиялық процестің ерекшеліктеріне және жұмыстарды жүргізу орындарына байланысты қабылдау керек.

Апаттық резервтік жарықтандыру, әдетте, көшіруді жарықтандыру мақсаттары үшін пайдаланылмауы тиіс. Егер резервтік жарықтандыру көшіруді жарықтандыру мақсаттары үшін пайдаланылатындай етіп жобаланса, онда ол сондай-ақ көшіруді жарықтандыруға қойылатын талаптарды қанағаттандыруы тиіс.

5.21 Құрылыс алаңдарын апаттық көшірулік жарықтандыруды көшіру бағдарларында, сонымен қатар жарақат алу қаупімен байланысты өту жолдарында қарастыру керек:

р көшіру бағдары бойынша өтетін жолдарда;

р көшіру жолы бетінің деңгейін өзгерту (құбылу) орындарында;

р көшіру бағдарының бағытын өзгерту орындарында;

р көшіру жолының бір бөлігі болып табылатын баспалдақ марштарында;

р төтенше жағдай туралы хабарлау үшін арналған шұғыл байланыс құралдарын және басқа құралдарды орналастыру орындарында;

р өрт сөндірудің бастапқы құралдарын орналастыру орындарында.

Апаттық көшіру жарығы кезіндегі жарықтылықты А қосымшасының А.1-кестесіне сәйкес қабылдау керек.

5.22 Егер ғимаратты (құрылысты) бұзу барысында бұзу алаңын электрлі жарықтандыру талап етілетін болса, әрі қарай пайдалануға арналған электр жарықтандырғыш желіні және жарықтандырғыш аспаптарды орналастыруды әлеуетті бұзылу аймағынан тыс жерде жүзеге асыру керек, ал электртехникалық жабдықтың атқарылуы МЕМСТ 14254 бойынша IP6X төмен болмауы тиіс. Электржарықтандырғыш желі ғимаратты (құрылысты) бұзу үшін пайдаланылатын кез келген күштік және бөлгі желілерден тәуелсіз болуы тиіс. Автономды қорек көзінен электржарықтандырғыш желіні қоректендіруді жүзеге асыруға кеңес беріледі.

Ғимаратты (құрылысты) бұзу мақсаттары үшін бұзылатын ғимаратқа (құрылысқа) орнатылатын және әрі қарай пайдалану үшін арналмаған жарықтандырғыш аспаптардың қорек автономды қорек көздерінен жасауы тиіс.

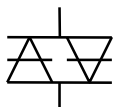
## Зертханалық бөлім

### Зертханалық жұмыс № 1

#### Тақырыбы: Тиристордың вольтамперлік сипаттамаларын зерттеу

**Диодды тиристорлар**, сонымен қатар **динисторлар** деп аталатын, салынған кернеуге сәйкес өзінің қалпын өзгертеді. Кейбір шектік кернеуі (**ашу кернеуі**) кезінде динистор жоғары кедергілі қалпынан төмен кедергілі қалпына көшеді. Ол төмен резистивті қалпын ондағы ток **ұстау тогы**

симистор



условное обозначение

#### 6.1.1 суреті

шамасынан төмен түспегенше сақтайды. **Симистор** (6.1.1 суреті) **қарама қарсы–параллельді** қосылған екі динистордың функцияларын орындауға бағытталған. Симистордың қалпының өзгеруі токтың екі бағытқа өткізуін қамтамас ететеін салынған кереудің екі полярлығында болады.

Симисторларды негізінен үлкен токтар мен кернеулерге

шығарылатын триодты тиристорларды қосу үшін пайдаланады.

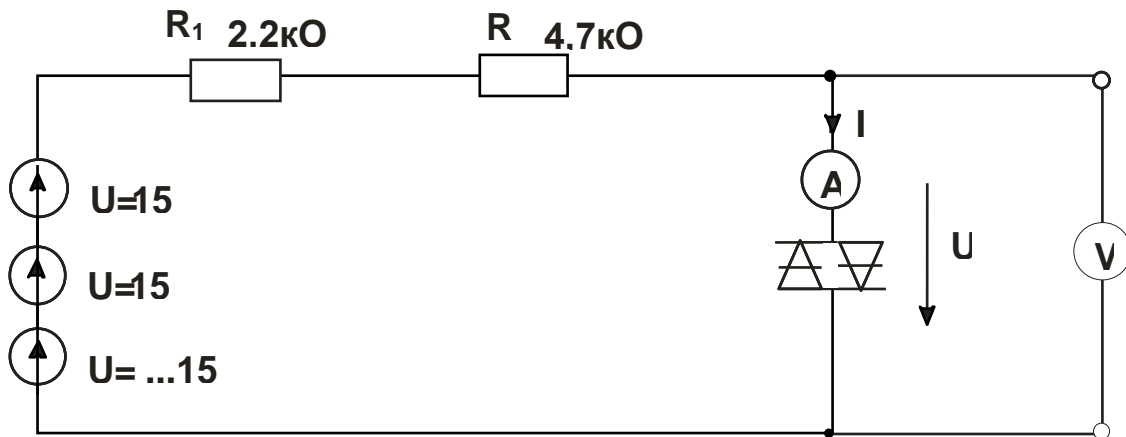
#### 6.1.2. Эксперименталды бөлімі

**Тапсырма 1**

Симистордың статикалық сипаттамасын алу.

**Экспериментті орындау реті**

- Сұлбаға сәйкес тізбекті жинаңдар (6.1.2 суреті). Егер сіз виртуалды аспаптарды пайдаланатын болсаңыз, онда өлшеу периодын 0,02 с қойыңыз.
- Реттелетін кернеу көзінің кернеуін біртіндеп артыра отырып, симистордың ашу кернеуін анықтаңдар (бұл ток әлі нөлге тең болатын ең үлкен кернеуі, әрі қарай көздің кернеуін арттыру кезінде ток секіріспен өседі, ал симистордағы кернеу секіріспен кемиді).  $U_{отп}$  мәнін 6.1.1 кестеге жазыңдар.



6.1.2 суреті

- Реттелетін кернеу көзінің кернеуін біртіндеп кеміте отырып, симистордың ұстау тоғын анықтаңдар (бұл симистор әлі қосылған болып қалатын токтың ең кем мәні, көздің кернеуінің одан әрі кемуінде ток секіріспен нөлге дейін түседі, ал симистордағы кернеу секіріспен артады).  $I_{уд}$  мәнін 6.1.1 кестеге жазыңдар.
- Реттелетін көздің кернеуін өзгерте отырып, 6.1.1 кестеде көрсетілген токтың мәндерін тізімдеп қойыңдар да, кестеге симистордағы сәйкес кернеулерін жазыңдар.
- Өлшеулерді симистордың кері полярлығы үшін қайталап, нәтижелерін 6.1.2 кестеге еңгізіндер.

Кесте 6.1.1

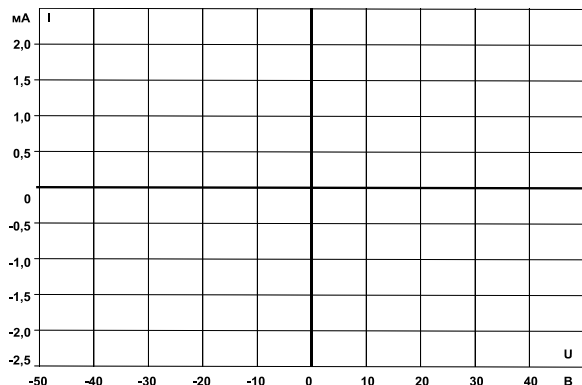
+I, мА	$I_{уд} =$ мА	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
+U, В	$U_{отп} =$ В							

Кесте 6.1.2

-I, мА	$I_{уд} =$ мА	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
--------	---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--



6.1.4 суреті



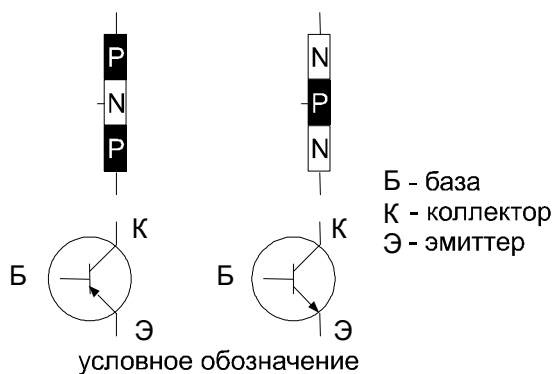
6.1.5 суреті

**Зертханалық жұмыс № 2**

**Тақырыбы:  $h$  параметрлерді анықтау және транзистодың вольтамперлік сипаттамаларын зерттеу.**

Транзистор (4.1.1 суреті) р–өткізгіш жұқа қабаты n–өткізгіш қабаттардың арасында орналасатын (n–р–n транзистор) немесе n–өткізгіш қабаты р–өткізгіш қабаттардың арасында орналасатын (р–n–р транзистор) жартылай өткізгіш триод болып табылады.

Ортаңғы қабаты (база) арасындағы және екі шеткі қабаттары (эмиттер мен коллектор) арасында р–n өтулерде кез келген түзеткіш диод жағдайындағы зерттеуге мүмкін болатын түзету қасиеті болады.



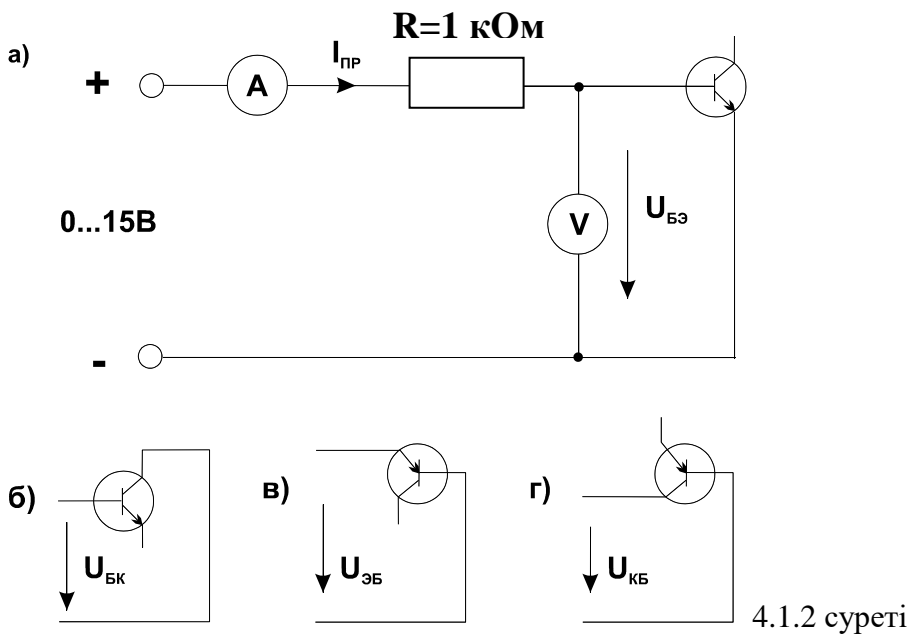
4.1.1 суреті

**Эксперименталды бөлімі**

**Экспериментті орындау реті**

- Сұлбаға сәйкес тізбекті жинаңдар (4.1.2а суреті).
- Кернеу көзінің реттуішімен  $I_{пр}$  токтардың мәндерін кезек қойып, р–n өтуде  $U_{БЭ}$  кернеудің сәйкес мәндерін өлшеңдер де, 4.1.1 кестеге жазыңдар.
- Сұлбаны біріншіден 4.1.2б суретке, содан кейін 4.1,2в және 4.1.2г суретке сәйкес өзгертіңдер де, барлық өлшеулерді қайталаңдар.

**КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ  
УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

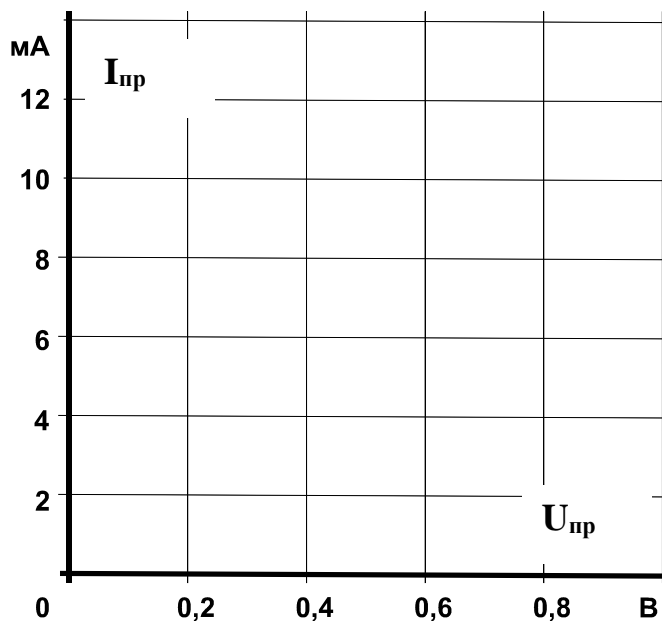


4.1.2 суреті

- 4.1.3 суретте әр жағдай үшін  $I_{PP}(U_{PP})$  графиктерін құрындар да, барлық р-п өтулердің вольтамперлік сипаттамалары сәйкес келетініне көз жеткізіндер.
- Көздің кірмелік кернеуі нөлге тең деп қойындар, оның полярлығын өзгертіндер де («+» зажимін «—»-қа), кернеуді 5 В дейін (бірақ одан жоғары емес!) арттыра отырып, р-п өтудегі тогы нөлге тең болып қалады(1  $\mu$ А аспайды).
- Қоректену көзінің кері полярлығында 4.1.2 суреттегі сұлбаға сәйкес осыны басқа р-п өтулермен орынаңдар.

Кесте 4.1.1

$I_{PP}$ , мА	Транзистор n-p-n		Транзистор p-n-p	
	$U_{BE}$ , В	$U_{BC}$ , В	$U_{EB}$ , В	$U_{CB}$ , В
0				
1				
2				
4				
8				
14				



4.1.3 суреті

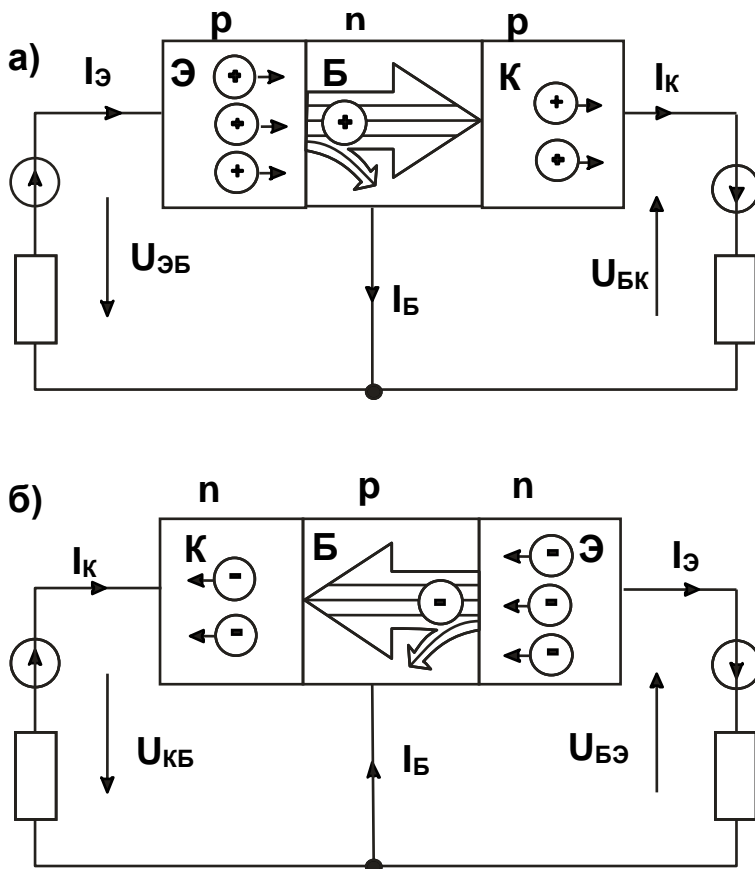
4.2. Транзисторда токтың таратылуы  
тогының басқарылу эффектісі

және база

4.2.1. Жалпы мағлұмат

p-n-p типті транзисторда (4.2.1 суреті) эмиттер тогы коллекторға база арқылы база үшін негізгі емес заряд тасушылармен – кемтіктермен сипатталады.  $U_{ЭБ}$  кернеудің оң бағытта эмиттерлік p-n өтуі ашылады да, кемтіктер эмиттерден база аймағына өтеді. Олардың бір бөлігі  $U_{ЭБ}$  кернеу көзіне кетеді, ал басқа бөлігі коллекторға жетеді. Транзиттік деп аталатын эмиттерден коллекторға ток пайда болады. Ол  $U_{ЭБ}$  және база тогының өсуімен кенет өседі.

p-n-p типті транзисторда (4.2.1б суреті) транзиттік ток база арқылы ол үшін негізгі емес заряд тасушылармен – электрондармен сипатталады. Егер эмиттерлік p-n өтуге 4.2.1б суретте көрсетілген полярлығы бар  $U_{БЭ}$  кернеуі салынған болса, онда олар эмиттерден пайда болады.



4.2.1 суреті

Эмиттер, коллектор және база токтары бір бірімен Кирхгофтың бірінші заңның өрнегімен байланысты:

$$I_K = I_E - I_B.$$

Әдетте база тогы  $I_K$  және  $I_E$  тотарынан мейлінше кем, бірақ одан  $I_K$  да,  $I_E$  де күшті тәуелді болады. Коллектор тогының өсімшесінің база тогының өсімшесіне қатынасы ток бойынша күшейту коэффициенті деп аталады:

$$\beta = \Delta I_K / \Delta I_B.$$

Оның мәні бірнеше ондықтан бірнеше жүздерге дейін болуы мүмкін. Сондықтан салыстырмалы азғантай база тогының көмегімен Салыстырмалы үлкен коллектор (және эмиттер) токтарын реттеуге болады.

#### 4.2.2. Эксперименталды бөлімі

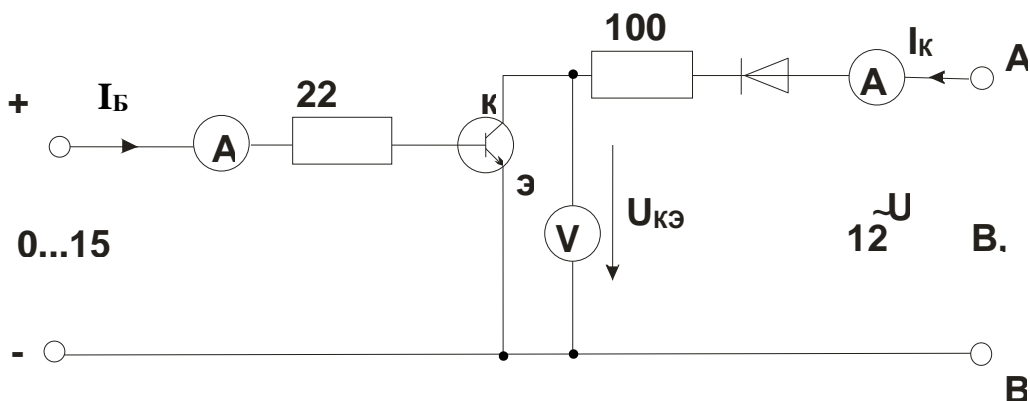
Экспериментті орындау реті

- Сұлбаға сәйкес тізбекті жинаңдар (4.2.2 суреті). Осы тізбекте синусоидалды кернеу көзі ретінде үш фазалы генератордың сызықтық кернеуі пайдаланады, ал транзисторда кері кернеуді болдырмау үшін диод қосылған. А1 және V0 аспаптары – виртуалды



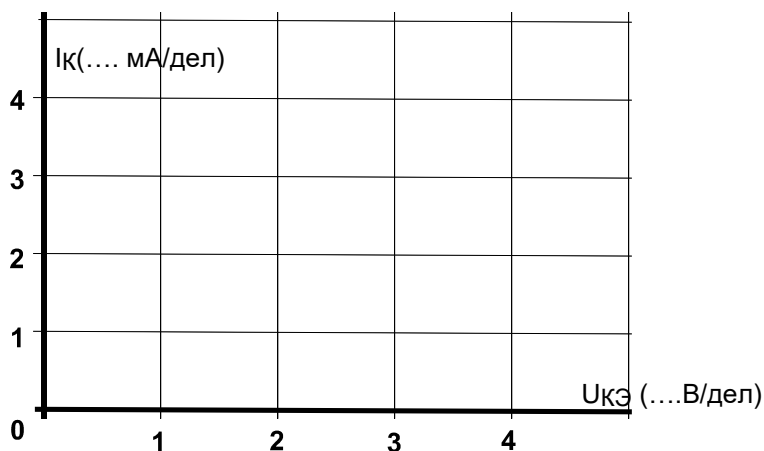
## КТКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

осциллографқа  $I_K$  тогын және  $U_{KЭ}$  кернеуін шығару үшін қызмет ететін коннектор кірмелері. Миллиамперметр А база тогын өлшеу үшін қызмет етеді және мультиметр де, виртуалды аспап ретінде де бола алады.

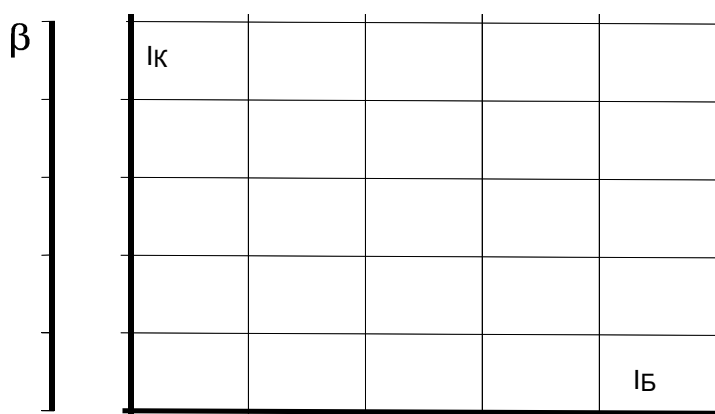


4.2.2 суреті

- А1, V0 виртуалды аспаптарды және виртуалды осциллографты қосыңдар. Осциллографта XY режимін қойыңдар. Y кірмесі ретінде коллектор тогын таңдаңдар, яғни А1 (“по умолчанию” бұл 3 канал). X кірмесі ретінде  $U_{KЭ}$  таңдаңдар, яғни V0 (“по умолчанию” – 1 канал).
- Тұрақты кернеу реттеуішін нөлге қойыңдар және осциллографтың 1 батырмасымен кернеу бойынша масштабын тіркеңдер. Содан кейін тұрақты кернеу реттеуішін максимумға қойып, осциллографтың 3 батырмасымен ток масштабын тіркеңдер. Енді база тогын реттеген кезде осциллографтың осьтері бойынша масштабтары өзгермейді.
- 0-ден максималдық мәнге дейін және керісінше база токтарын реттей отырып, осциллографта  $I_K(U_{KЭ})$  қисығының өзгеруін бақылаңдар. База тогының бірнеше мәнінде (нөлдік және максималды қоса)  $I_K(U_{KЭ})$  қисығын осциллографтан 4.2.2 суретке көшіріңдер. Осьтер бойынша масштабтарды және әр қисық үшін база токтарын көрсетуге ұмытпаңдар.
- $I_K(U_{KЭ})$  қисықтар тұқымдасында кейбір  $U_{KЭ}$  тұрақты кернеуін тандап (мысалы, 5 В), 4.2.3 суретте осы  $U_{KЭ}$  кернеу мәні үшін  $I_K(I_B)$  тәуелділігін құрыңдар. Есептеп дәл осы суретте  $\beta (I_B) = \Delta I_K / \Delta I_B$  графигін құрыңдар. Осьтер бойынша шкалаларды жазып қойыңдар.



4.2.2 суреті



4.2.3 суреті

### 4.3. Транзистордың сипаттамалары

#### 4.3.1. Жалпы мағлұмат

Транзисторлардың қасиеттері келесі сипаттамалардың төрт тұқымдасымен суреттеледі.

Кірмелік сипаттама  $U_{БЭ}$  база/эмиттер тізбегінде  $I_B$  база тогының кернеуден тәуелділігін көрсетеді ( $U_{КЭ} = \text{const}$  болғанда).

Шықпалық сипаттама база тогының әр түрлі фиксирленген мәндері кезінде  $U_{КЭ}$  коллектор/эмиттер тізбегінде  $I_K$  коллектор тогының кернеуден тәуелділігін көрсетеді.

Басқару сипаттамасы  $I_K$  коллектор тогының  $I_B$  база тогынан тәуелділігі болып табылады ( $U_{КЭ} = \text{const}$  болғанда).

Кері байланыс сипаттамасы база тогының әр түрлі фиксирленген мәндері кезінде база тогының әр түрлі өзгермейтін мәндерге сәйкес келетін  $U_{БЭ}$  база/эмиттер тізбегі кернеуінің  $U_{КЭ}$  тізбегі кернеуден тәуелділігі болып табылады.

#### 4.3.2. Эксперименталды бөлімі

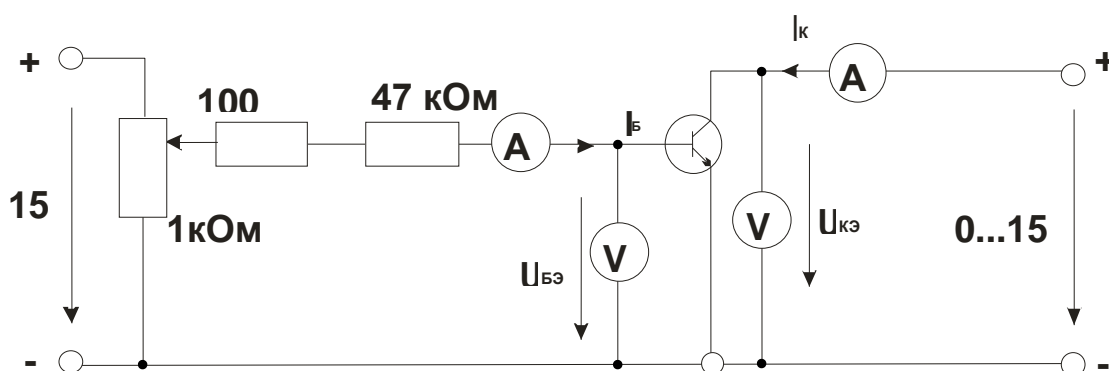
Эксперименттерді орындау реті

- Сұлбаға сәйкес тізбекті жинаңдар (4.3.1 суреті). Потенциометр 1 кОм база тогын реттеуге, резисторлар 100 және 47 кОм максималды база тогын шектеуге пайдаланылады.  $I_B$  база

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

тогын және  $U_{БЭ}$  кернеуін өлшеуі сәйкесінше  $200 \mu A$  мен  $2 V$  шектерінде мультиметрлермен істелінеді.  $U_{КЭ}$  кернеуін реттелуі тұрақты кернеу көзі реттеуішімен іске асырылады,  $I_K$  коллектор тогын және  $U_{КЭ}$  кернеуін виртуалды аспаптармен өлшейді (коннектордың өлшеу шектері қажеттілігі бойынша жұмыс барысында немесе компьютердің кеңесі бойынша өзгертіледі).

- База тогының бірінші мәнін  $20 \mu A$  қойып, 4.3.1 кестеде келтірілген мәндерге сәйкес  $U_{КЭ}$  кернеуін өзгерте отырып,  $I_K(U_{КЭ})$  және  $U_{БЭ}(U_{КЭ})$  тәуелділіктерін алыңдар. Осы өлшеулерді кестеде келтірілген  $I_B$  әр мәнінде қайталаңдар.



4.3.1 суреті

*Ескерту: транзистордың сипаттамалары оның қыздырылуы нәтижесінде жұмыс барысында өзгереді. Сондықтан жоғары анықтылығы үшін қажет  $I_{БЭ}$  және  $U_{КЭ}$  мәндерін қойып, 30 с-қа кернеулер генераторлар блогын өшіруге кеңес беріледі, содан кейін оны қосып, V1 және A2 аспаптардың көрсетуін тез жазып алу керек.*

Кесте 4.3.1

$U_{КЭ}, V$	$I_B = 20 \mu A$		$I_B = 40 \mu A$		$I_B = 60 \mu A$		$I_B = 80 \mu A$	
	$I_K, mA$	$U_{БЭ}, V$	$I_K, mA$	$U_{БЭ}, V$	$I_K, mA$	$U_{БЭ}, V$	$I_K, mA$	$U_{БЭ}, V$
0								
0,5								
1								
2								
5								
10								
15								

- Қандай база тогына әр қисығы сәйкес келетінін көрсетуді ұмытпй, 4.3.3 суретте  $I_K(U_{КЭ})$  шықпалық сипаттамалар тұқымдасының және  $U_{БЭ}(U_{КЭ})$  кері байланыс сипаттамалар тұқымдасының графиктерін салыңдар.
- 4.3.2 кестеде көрсетілген мәндерге сәйкес база тогын өзгерте отырып,  $U_{КЭ} = 0$  деп қойыңдар да,  $U_{БЭ}(I_B)$  тәуелділігін алыңдар.  $U_{КЭ}$  кернеуін  $5 V$ -қа дейін арттырып,  $U_{БЭ}(I_B)$ , сонымен қатар  $I_K(I_B)$  тәуелділігін қайтадан алыңдар. Осы тәжірибені  $U_{КЭ} = 15 V$  кезінде де

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

қайталаңдар. (Осы өлшеулерді де істеген кезде алдыңғы тәжірибенің ескертуін ескертіндер).

4.3.3 суретте  $I_B(U_{БЭ})$  кірмелік және  $I_K(I_B)$  реттелетін сипаттамалардың графиктерін әр қисық үшін сәйкес  $U_{КЭ}$  мәндерін көрсетіп салыңдар

## Зертханалық жұмыс № 3

### Тақырып: Төмен жиілікті күшейткішті (ТЖК) зерттеу жұмыстары

Жұмыстың мақсаты: Төменжиілікті күшейткішті зерттеу жұмыс істеу ерекшеліктерімен танысу және зерттеу.

#### 3.1. Жұмыстық тапсырма

3.1 Күшейткіштің кіріс кедергілернің және кері байланысты ұйымдастыратын кедергінің номиналдық шамаларын өлшеу.

3.2 Тұрақты ток күшейткішінің амплитудалық сипаттамасын зерттеу.

3.3 Инверттеуші күшейткіштің  $R_1 \div R_4$  резисторларының шамаларына үйлестіріп әртүрлі мән беріп, оларға сәйкес күшейту коэффициенттерін анықтау.

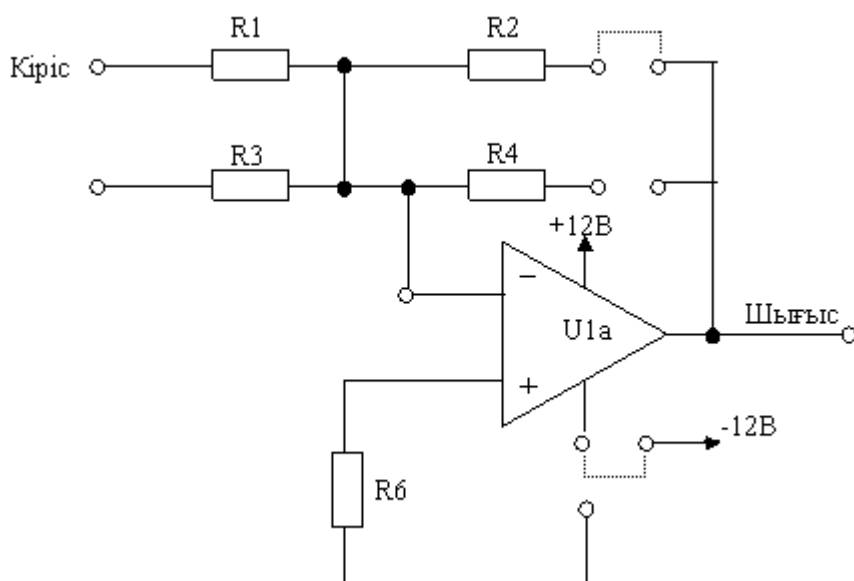
3.4 Айнымалы ток күшейткішінің амплитудалық сипаттамасын өлшеп, графигін тұрғызу.

#### 3.2 Жұмысты орындауға әдістемелік нұсқау

3.2.1 ЕВ-121 печаттық платасын PU-2000 орталық процессорының байланыстырғышына орналастырыңыз.

3.2.2 Сұлбаны жинақтамас бұрын күшейткіш тізбектерінің  $R_1 \div R_4$  кедергілерінің шамасын өлшеп алыңыз.

3.2.3 ЕВ-121 печаттық платасын тексеріңіз және 2.1-суретте көрсетілген, тұрақты ток күшейткішінің сұлбасын жинақтаңыз.



## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

### 3.1 Сурет – Инверттеуші күшейткіш сұлбасы

3.2.4 Күшейткіш кірісіне ( $R_1$  кірісі) PS-1 тұрақты ток көзінен кернеу беріңіз.

3.2.5 Кіріс кернеуді өзгерте отырып, шығыс кернеуді өлшеңіз және нәтижелерді 2.1-кестеге енгізіңіз. Осы мәліметтер бойынша күшейткіштің амплитудалық сипаттамасын тұрғызыңыз және күшейту коэффициенттерін анықтаңыз.

#### 3.1 К е с т е

$U_{\text{кір}}, (В)$ - қалаулы	0.1	0.5	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10
$U_{\text{кір}}, (В)$ – шынайы									
$U_{\text{шығ}}, (В)$									
$K_U$									

3.2.6 PS-1 кіріс кернеу сигналын 0,75-0,9 В диапазонындағы кернеу шамасына реттеңіз.

3.2.7 Кірістер мен кері байланыс кедергілерін тұйықтап, кіріс және шығыс кернеулердің шынайы мәндерін өлшеңіз және нәтижелерді 2.2-кестеге енгізіңіз.

#### 3.2 К е с т е – Кернеуді күшейту коэффициентінің, кедергілердің қатынасына тәуелділігі

Күшейту кедергілерінің жұптары		Күшейтудің есептелінген коэффициенті	$U_{\text{кір}}, (В)$	$U_{\text{шығ}}, (В)$	Күшейтудің шынайы коэффициенті
Кері байланыс	Кіріс				
$R_2$	$R_1$				
$R_4$	$R_1$				
$R_2$	$R_3$				
$R_4$	$R_3$				

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

3.2.8 2.1-суретке сәйкес айнымалы тоқ күшейткішінің сұлбасын жинақтаңыз, тек PS-1 тұрақты тоқ көзінің орнына функционалдық генератордан сигнал беріңіз.

3.2.9 Генераторды амплитудасы 0,5В және жиілігі 1000 Гц шамасындағы синусоидалы толқын алуға реттеңіз.

3.2.10 Кіріс және шығыс сигналды осциллографтың көмегімен бір графикке салып алыңыз және қорытынды жазыңыз.

3.2.11 Сигналдың жиілігін өзгерте отырып, күшейткіштің амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын өлшеңіз. Барлық нәтижелерді 2.3-кестеге енгізіңіз.

### 3.3 К е с т е

Жиілік (Гц)	1	10	100	1000	5000	10000	20000	30000	50000	100000
$U_{вх}$										
$U_{вых}$										
$K_u$										

3.2.12 Күшейткіштің амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын тұрғызыңыз.

### 4 Есептеу тапырмасы

4.1 Кернеуді күшейту коэффициентін теориялық формуланың көмегімен есептеңіз және оны

эксперименталдық мәндермен салыстырыңыз. Кернеуді күшейту коэффициенті:  $K_u = \frac{R_{oc}}{R_{вх}}$ ,  $K_u = - \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$

### Бақылау сұрақтары

1 ТТК жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз және мұндай күшейтудің кемшіліктерін көрсетіңіз.

2 Нөлдік дрейф дегеніміз не және ол қалай бағаланады?

3 Нөлдік дрейфтің туындау себептерін және оны азайту тәсілдерін көрсетіңіз?

4 Биполярлық транзисторлардағы дифференциалдық каскадтың жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.

5 Өрістік транзисторлардағы дифференциалдық каскадтың қандай артықшылықтары бар?

6 ОК құрылымдық сұлбасын келтіріңіз және жеке блоктарының міндеттерін түсіндіріңіз.

7 ОК амплитудалық және амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын келтіріңіз.

8 Оптрондық байланысы бар ТТК ерекшелігі неде?

9 Деңгейді ығыстыру сұлбасының міндетін түсіндіріңіз.

10 Жұмыста зерттелетін микросұлбаның барлық шықпаларының міндеттерін сипаттаңыз

**Зертханалық жұмыс № 4** Тұрақты ток күшейткішінің (ТТК) жұмысын зерттеу.

Жұмыстың мақсаты: Төменжиілікті күшейткішті зерттеу жұмыс істеу ерекшеліктерімен танысу және зерттеу.

### 3.1. Жұмыстық тапсырма

3.1 Күшейткіштің кіріс кедергілерінің және кері байланысты ұйымдастыратын кедергінің номиналдық шамаларын өлшеу.

3.2 Тұрақты тоқ күшейткішінің амплитудалық сипаттамасын зерттеу.

3.3 Инверттеуші күшейткіштің  $R_1 \div R_4$  резисторларының шамаларына үйлестіріп әртүрлі мән беріп, оларға сәйкес күшейту коэффициенттерін анықтау.

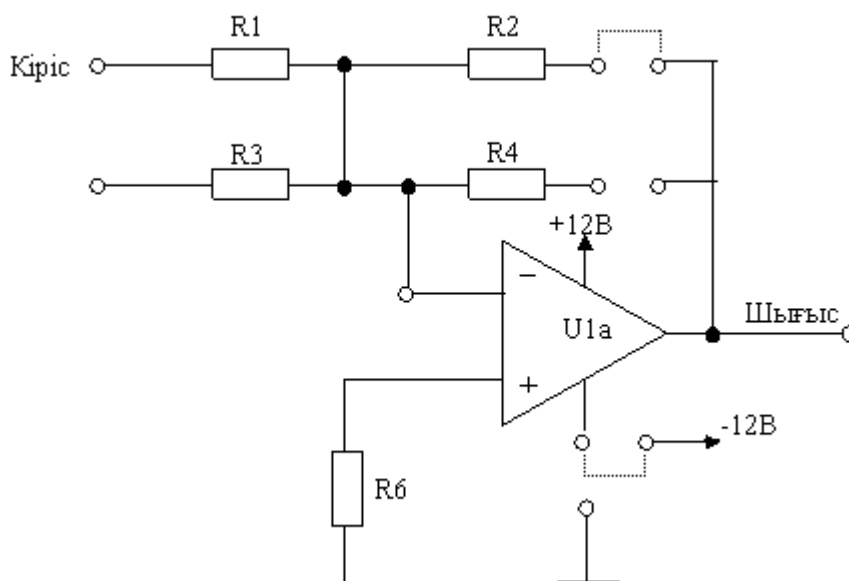
3.4 Айнымалы тоқ күшейткішінің амплитудалық сипаттамасын өлшеп, графигін тұрғызу.

### 3.2 Жұмысты орындауға әдістемелік нұсқау

3.2.1 ЕВ-121 печаттық платасын PU-2000 орталық процессорының байланыстырғышына орналастырыңыз.

3.2.2 Сұлбаны жинақтамас бұрын күшейткіш тізбектерінің  $R_1 \div R_4$  кедергілерінің шамасын өлшеп алыңыз.

3.2.3 ЕВ-121 печаттық платасын тексеріңіз және 2.1-суретте көрсетілген, тұрақты тоқ күшейткішінің сұлбасын жинақтаңыз.



3.1 Сурет – Инверттеуші күшейткіш сұлбасы

3.2.4 Күшейткіш кірісіне ( $R_1$  кірісі) PS-1 тұрақты тоқ көзінен кернеу беріңіз.

3.2.5 Кіріс кернеуді өзгерте отырып, шығыс кернеуді өлшеңіз және нәтижелерді 2.1-кестеге енгізіңіз. Осы мәліметтер бойынша күшейткіштің амплитудалық сипаттамасын тұрғызыңыз және күшейту коэффициенттерін анықтаңыз.

3.1 К е с т е

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$U_{\text{кір}}, (В)$ - қалаулы	0.1	0.5	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10
$U_{\text{кір}},(В)$ – шынайы									
$U_{\text{шығ}},(В)$									
$K_U$									

3.2.6 PS-1 кіріс кернеу сигналын 0,75-0,9 В диапазонындағы кернеу шамасына реттеңіз.

3.2.7 Кірістер мен кері байланыс кедергілерін тұйықтап, кіріс және шығыс кернеулердің шынайы мәндерін өлшеңіз және нәтижелерді 2.2-кестеге енгізіңіз.

3.2 К е с т е – Кернеуді күшейту коэффициентінің, кедергілердің қатынасына тәуелділігі

Күшейту кедергілерінің жұптары		Күшейтудің есептелінген коэффициенті	$U_{\text{кір}}, (В)$	$U_{\text{шығ}}, (В)$	Күшейтудің шынайы коэффициенті
Кері байланыс	Кіріс				
$R_2$	$R_1$				
$R_4$	$R_1$				
$R_2$	$R_3$				
$R_4$	$R_3$				

3.2.8 2.1-суретке сәйкес айнымалы тоқ күшейткішінің сұлбасын жинақтаңыз, тек PS-1 тұрақты тоқ көзінің орнына функционалдық генератордан сигнал беріңіз.

3.2.9 Генераторды амплитудасы 0,5В және жиілігі 1000 Гц шамасындағы синусоидалы толқын алуға реттеңіз.

3.2.10 Кіріс және шығыс сигналды осциллографтың көмегімен бір графикке салып алыңыз және қорытынды жазыңыз.

3.2.11 Сигналдың жиілігін өзгерте отырып, күшейткіштің амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын өлшеңіз. Барлық нәтижелерді 2.3-кестеге енгізіңіз.

3.3 К е с т е



## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Жиілік (Гц)	1	10	100	1000	5000	10000	20000	30000	50000	100000
$U_{вх}$										
$U_{вых}$										
$K_U$										

3.2.12 Күшейткіштің амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын тұрғызыңыз.

### 4 Есептеу тапырмасы

4.1 Кернеуді күшейту коэффициентін теориялық формуланың көмегімен есептеңіз және оны

$$\frac{R_{oc}}{R_{вх}}$$

эксперименталдық мәндермен салыстырыңыз. Кернеуді күшейту коэффициенті:  $K_u = - \frac{R_{oc}}{R_{вх}}$ ,  $K_u = -$

$$\frac{U_{вых}}{U_{вх}}$$

### Бақылау сұрақтары

1 ТТК жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз және мұндай күшейтудің кемшіліктерін көрсетіңіз.

2 Нөлдік дрейф дегеніміз не және ол қалай бағаланады?

3 Нөлдік дрейфтің туындау себептерін және оны азайту тәсілдерін көрсетіңіз?

4 Биполярлық транзисторлардағы дифференциалдық каскадтың жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.

5 Өрістік транзисторлардағы дифференциалдық каскадтың қандай артықшылықтары бар?

6 ОК құрылымдық сұлбасын келтіріңіз және жеке блоктарының міндеттерін түсіндіріңіз.

7 ОК амплитудалық және амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын келтіріңіз.

8 Оптрондық байланысы бар ТТК ерекшелігі неде?

9 Деңгейді ығыстыру сұлбасының міндетін түсіндіріңіз.

10 Жұмыста зерттелетін микросұлбаның барлық шықпаларының міндеттерін сипаттаңыз.

11 ОК шығыс кернеуінің амплитудасы қоректену көзінің кернеуінен артық бола ала ма?

12 Инверттеуші күшейткіштің жұмысын түсіндіріңіз

### Зертханалық жұмыс №5 Төмен жиілікті күшейткішті (ТЖК) зерттеу жұмыстары

Жұмыстың мақсаты: Төменжиілікті күшейткішті зерттеу жұмыс істеу ерекшеліктерімен танысу және зерттеу.

#### 3.1. Жұмыстық тапсырма

3.1 Күшейткіштің кіріс кедергілернің және кері байланысты ұйымдастыратын кедергінің номиналдық шамаларын өлшеу.

3.2 Тұрақты тоқ күшейткішінің амплитудалық сипаттамасын зерттеу.

3.3 Инверттеуші күшейткіштің  $R_1 \div R_4$  резисторларының шамаларына үйлестіріп әртүрлі мән беріп, оларға сәйкес күшейту коэффициенттерін анықтау.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

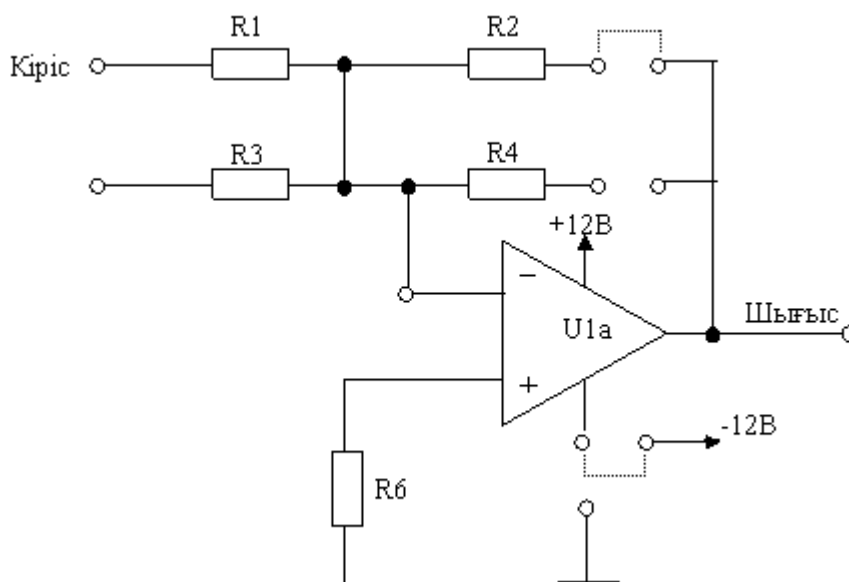
3.4 Айнымалы тоқ күшейткішінің амплитудалық сипаттамасын өлшеп, графигін тұрғызу.

### 3.2 Жұмысты орындауға әдістемелік нұсқау

3.2.1 ЕВ-121 печаттық платасын PU-2000 орталық процессорының байланыстырғышына орналастырыңыз.

3.2.2 Сұлбаны жинақтамас бұрын күшейткіш тізбектерінің R<sub>1</sub>÷ R<sub>4</sub> кедергілерінің шамасын өлшеп алыңыз.

3.2.3 ЕВ-121 печаттық платасын тексеріңіз және 2.1-суретте көрсетілген, тұрақты тоқ күшейткішінің сұлбасын жинақтаңыз.



3.1 Сурет – Инверттеуші күшейткіш сұлбасы

3.2.4 Күшейткіш кірісіне (R<sub>1</sub> кірісі) PS-1 тұрақты тоқ көзінен кернеу беріңіз.

3.2.5 Кіріс кернеуді өзгерте отырып, шығыс кернеуді өлшеңіз және нәтижелерді 2.1-кестеге енгізіңіз. Осы мәліметтер бойынша күшейткіштің амплитудалық сипаттамасын тұрғызыңыз және күшейту коэффициенттерін анықтаңыз.

3.1 К е с т е

U <sub>кір</sub> , (В) - қалаулы	0.1	0.5	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10
U <sub>кір</sub> , (В) – шынайы									
U <sub>шығ</sub> , (В)									

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$K_U$									

3.2.6 PS-1 кіріс кернеу сигналын 0,75-0,9 В диапазонындағы кернеу шамасына реттеңіз.

3.2.7 Кірістер мен кері байланыс кедергілерін тұйықтап, кіріс және шығыс кернеулердің шынайы мәндерін өлшеңіз және нәтижелердә 2.2-кестеге енгізіңіз.

3.2 К е с т е – Кернеуді күшейту коэффициентінің, кедергілердің қатынасына тәуелділігі

Күшейту кедергілерінің жұптары		Күшейтудің есептелінген коэффициенті	$U_{кір}, (В)$	$U_{шығ}, (В)$	Күшейтудің шынайы коэффициенті
Кері байланыс	Кіріс				
$R_2$	$R_1$				
$R_4$	$R_1$				
$R_2$	$R_3$				
$R_4$	$R_3$				

3.2.8 2.1-суретке сәйкес айнымалы тоқ күшейткішінің сұлбасын жинақтаңыз, тек PS-1 тұрақты тоқ көзінің орнына функционалдық генератордан сигнал беріңіз.

3.2.9 Генераторды амплитудасы 0,5В және жиілігі 1000 Гц шамасындағы синусоидалы толқын алуға реттеңіз.

3.2.10 Кіріс және шығыс сигналды осциллографтың көмегімен бір графикке салып алыңыз және қорытынды жазыңыз.

3.2.11 Сигналдың жиілігін өзгерте отырып, күшейткіштің амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын өлшеңіз. Барлық нәтижелерді 2.3-кестеге енгізіңіз.

3.3 К е с т е

Жиілік (Гц)	1	10	100	1000	5000	10000	20000	30000	50000	100000
$U_{вх}$										
$U_{вых}$										
$K_U$										

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

3.2.12 Күшейткіштің амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын тұрғызыңыз.

## 4 Есептеу тапырмасы

4.1 Кернеуді күшейту коэффициентін теориялық формуланың көмегімен есептеңіз және оны эксперименталдық мәндермен салыстырыңыз. Кернеуді күшейту коэффициенті:  $K_u = \frac{R_{oc}}{R_{вх}}$ ,  $K_u = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$

## Бақылау сұрақтары

- 1 ТТК жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз және мұндай күшейтудің кемшіліктерін көрсетіңіз.
- 2 Нөлдік дрейф дегеніміз не және ол қалай бағаланады?
- 3 Нөлдік дрейфтің туындау себептерін және оны азайту тәсілдерін көрсетіңіз?
- 4 Биполярлық транзисторлардағы дифференциалдық каскадтың жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.
- 5 Өрістік транзисторлардағы дифференциалдық каскадтың қандай артықшылықтары бар?
- 6 ОК құрылымдық сұлбасын келтіріңіз және жеке блоктарының міндеттерін түсіндіріңіз.
- 7 ОК амплитудалық және амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын келтіріңіз.
- 8 Оптрондық байланысы бар ТТК ерекшелігі неде?
- 9 Деңгейді ығыстыру сұлбасының міндетін түсіндіріңіз.
- 10 Жұмыста зерттелетін микросұлбаның барлық шықпаларының міндеттерін сипаттаңыз.
- 11 ОК шығыс кернеуінің амплитудасы қоректену көзінің кернеуінен артық бола ала ма?
- 12 Инверттеуші күшейткіштің жұмысын түсіндіріңіз

## Зертханалық жұмыс №6 Аз қуатты бір фазалы түзеткіш

**Жұмыстың мақсаты:** Түзеткіштердің негізгі сұлбаларын, тұрақтандырылмаған қорек көздерін зерттеу.

### 1 Теориядан қысқаша мағлұматтар

Радиоэлектрондық аспаптың электрмен қоректенуі тұрақты немесе айнымалы тоқ көздерінің әртүрлі қоректері арқылы жүзеге асырылады. Айнымалы тоқ желісінен электрмен қоректенудің ең көп таралған тәсілі ретінде түзеткіштерді, тегістеуші сүзгілерді пайдалануға болады. Түзетуші құрылғылар айнымалы кернеуді тұрақтыға түрлендіру үшін пайдаланылады. Түзетуші құрылғы әдетте трансформатордан, айнымалы кернеуді түзетуші жартылай өткізгішті диодтардан және түзетілген кернеудің лүпілін азайтатын тегістеуші сүзгіден тұрады.

Түзеткіштердің жұмыс істеуі үшін түзеткіштің шығысына қосылған сүзгі сипатының принциптік маңызы зор. Конденсатор түрінде сүзгіге жүктелген түзеткіштер түзеткіш кернеулері мен қуаттарының кең ауқымында пайдаланылады. Осы түзеткіштер трансформаторлары индуктивті фильтрлі түзеткіштерге қарағанда үлкен қуатты болуы керек. Сыйымдылықты сүзгілері бар түзеткіштердің кемшіліктеріне қорек көзіне қосқан сәтте түзеткіш диод арқылы шығатын тоқтың үлкен амплитудасы жатады.

Тегістеуші сүзгісі жоқ түзеткіштер жүктемедегі кернеу лүпілінің елеулі маңызы болмаған жағдайларда салыстырмалы түрде сирек қолданылады. Тегістеуші сүзгі көбінесе түзетілген кернеудің аз лүпілі бар көп фазалы түзеткіштерде болмайды.

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Түзеткіш сұлбасын таңдау түзету құрылғысына қойылатын талаптарға байланысты есепке алыну керек болатын бірқатар факторларға байланысты болады. Оларға: түзетілген кернеу мен қуат, түзетілген кернеу лүпілінің жиілігі, диодтардың саны, диодтағы кері кернеу, трансформатордың қуатын пайдалану коэффициенті, екінші реттік орамалы кернеу жатады. Лүпіл жиілігінің жоғарылауы тегістеуші сүзгінің өлшемдерін азайтуға мүмкіндік береді.

### 2 Түзетудің негізгі сұлбалары

Сұлбаны жинау үшін  $C_{T\dot{y}3}$  мәнді диодтар түрін таңдап алу қажет. Осы екінші орамның кернеуін  $U_{2\text{эфф}}$  және орамдағы әсер ететін ток мәнін  $I_{\text{эфф.орам}}$  анықтау қажет.

Егер шығысқа кез-келген түзеткіш конденсаторды жалғаса, онда шығыстық кернеуді құрайтын айнымалы әлсіз болады. 5.1-суретте бір (а) және екі жартылай периодты (б) түзеткіштердегі ток пен кернеу түрлері келтірілген.

Сыйымдылықты сүзгілі  $U_d$  шығыстық кернеудің орташа мәні келесі қатынасқа жуықталып бағалануы мүмкін:

$$U_d = (U_{2\text{max}} + U_{2\text{min}})/2 \quad (5.1)$$
$$U_{2\text{max}} - \Delta U_2/2,$$

мұндағы  $U_{2\text{max}}$  және  $U_{2\text{min}}$  – шығыстық кернеудің максимумы және минимумы,

$$\Delta U_2 = U_{2\text{max}} - U_{2\text{min}},$$

Сүзгінің сапалық бағасы үшін көбіне шығыстық кернеудің пульсация коэффициенті  $K_p$  қолданылады. Ол келесі қатынас арқылы анықталады:

$$K_p = (\Delta U_2/U_d) * 100\%, \quad (5.2)$$

Сүзгінің сыйымдылығын анықтау үшін бірінші жуықтау кезінде, түзеткіштен кейін жалғанған аз пульсациялы конденсатор сүзгісінің заряды уақыт интервалы арасында пульсация периодына қарағанда әлдеқайда аз болады, ал заряд уақыт мезетінде пульсация периодына тең болады.

Сондықтан бір жартылай периодты сұлбалар үшін:

$$U_{\text{пульс}} \Delta C_{T\dot{y}3} = I_{n \text{ max}} / f_c, \quad (5.3)$$

Екі жартылай периодты сұлбалар үшін:

$$U_{\text{пульс}} \Delta C_{T\dot{y}3} = I_{n \text{ max}} / 2f_c, \quad (5.4)$$

мұндағы  $U_{\text{пульс}} - \Delta U_2$  –ға тең пульсацияның толық тербелісі;

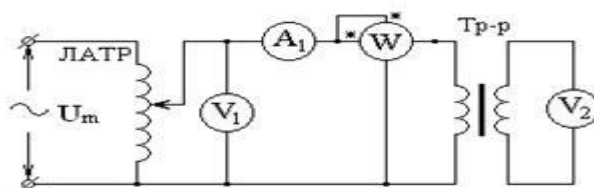
$C_{T\dot{y}3}$  – түзеткіш конденсаторының сыйымдылығы;

$I_{n \text{ max}}$  – жүктеменің максималды тоғы.

Бір жартылай периодты сұлбаны (5.2-сурет) әдетте бірнеше ондаған миллиамперге дейін түзетілген тоқтар кезінде және түзетілген кернеуді тегістеудің жоғары дәрежесі талап етілмеген жағдайларда қолданады. Мұндай түзеткіштен шыға берістегі дабылдардың коэффициенті жуықталған формула бойынша анықталады:

$$K_n = 6400/R_n * C_{TY3} \quad (5.5)$$

**Зертханалық жұмыс №7** Қуатты бір фазалы түзеткіші Сұлбаға сәйкес тізбекті жинау керек (6.1 сурет). Трансформатордың біріншілік және екіншілік орамалардың кернеулерін өлшеу үшін  $V_1$  және  $V_2$  вольтметрлерді, біріншілік ораманың бос жүріс тоғын өлшеу үшін  $A_1$  амперметрді, бос жүрістің активтік және реактивтік қуаттарын өлшеу үшін  $W$  ваттметрді және  $Var$  варметрді тізбекке қосу керек.



6.1 Сурет. Бос жүрістің сұлбасы

Трансформатордың біріншілік ораманың шығысындағы  $U_1$  кернеуді 0-230 вольт аралықта өзгертіп, аспаптар көрсеткіштерін 6.1 кестеге енгізіндер: 6.1 К е с т е

U, В	30	70	110	150	150	220	230
$I_0$ , мА							
$P_0$ , Вт							
$Q_0$ , вар							

Өлшенген мәліметтер бойынша есептеңдер:

- трансформатордың трансформациялық коэффициентін

$$k = \frac{U_1}{U_2}$$

- бос жүрістің толық қуатын

$$S_0 = U_1 I_0$$

- бос жүріс кездегі трансформатордың қуат коэффициентін

**КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ  
УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{S_0}$$

- трансформатодағы магниттелу тармағының параметрлері

$$z_0 = \frac{U_1}{I_0}, \quad R_0 = \frac{P_0}{I_0^2}, \quad \text{және} \quad x_0 = \sqrt{z_0^2 - R_0^2}$$

Есептелген мәліметтерді 6.2 кестеге енгізіңдер:

6.2 К е с т е

$S_0, \text{BA}$							
$\cos \varphi_0$							
$Z_0, \text{OM}$							
$R_0, \text{OM}$							
$X_0, \text{OM}$							

6.1 және 6.2 кестелердің мәліметтерін пайдаланып  $I_0 = f(U_1), P_0 = f(U_1)$ , және  $\cos \varphi_0 = f(U_1)$  сипаттамаларды салыңыз.

**6.4 Қысқа тұйықталу тәжірибесі**

Қысқа тұйықталу тәжірибені трансформатордың екіншілік орамасы тұйықталған кезде өткізеді (1 және 2 қысқыш сыммен қосылады). Автотрансформатордың тұтқасын баяу айналдырып  $I_x$  токты 0,5А мәніне дейін үлкейтіндер. Өлшеу аспаптардың көрсеткіштерін 6.3 кестеге енгізіңдер:

6.3 К е с т е

$U_k, \text{B}$	2	4	6	8	10	13	15
$I_k, \text{MA}$							
$P_k, \text{BT}$							
$Q_k, \text{вар}$							
$\cos \varphi_k$							

Өлшенген мәліметтер бойынша есептеңдер:

- қысқа тұйықталу кездегі трансформатордың қуат коэффициенті

$$\cos \varphi_x = \frac{P_x}{\sqrt{P_x^2 + Q_x^2}}$$

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

- алмастыру сұлбаның параметрлері:

$$z_x = \frac{U_k}{I_x}, \quad R_x = R_1 + R_2' = \frac{P_x}{I_x^2}, \quad x_x = x_1 + x_2' = \sqrt{z_x^2 - R_x^2}$$

6.3 кестенің мәліметтерін пайдаланып  $I_k = f(U_k), P_k = f(U_k)$ , және  $\cos \varphi_k = f(U_k)$  қысқа тұйықталудың сипаттамаларын салындар.

## 6.5 Жүктемесі бар трансформаторды сынақтан жүргізу

Жүктемені (3 және 4 қысқыштарды) трансформатордың екіншілік орамасымен қосындар (1 және 2 қысқыштарға) амперметр арқылы 1 және 2 қысқыштарға жүктемедегі кернеуді өлшеу үшін вольтметрді қосу керек.

Трансформатордың біріншілік орамасында  $U_n=220В$  вольтқа тең кернеуді орнату керек және оны тұрақтығып ұстау керек.

Жүктеменің кедергісін өзгертіп бес-алты өлшеуді өткізіп, алынған нәтижелерді 6.4 кестеге енгізу керек.

6.4 К е с т е

U <sub>1</sub> , В	220	220	220	220	220	220	220
U <sub>2</sub> , В							
I <sub>1</sub> , мА							
I <sub>2к</sub> , мА							
P <sub>1</sub> , Вт							
Q <sub>1</sub> , вар							

Кестенің мәліметтері бойынша белгілеңіз:

1. Трансформатордың жүктеме коэффициенті

$$\beta = I_2 / I_{2н}$$

2. Жүктеменің активті қуаты

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

3. Трансформатордың толық қуаты

$$S_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$$

4. Трансформатордың қуат коэффициенті



## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$$\cos \varphi_1 = P_1 / S_1$$

5. Трансформатордың пайдалы әрекет коэффициенті

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_M + P_3} = \frac{\beta \cdot U_2 \cdot I_{2\kappa} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot U_2 \cdot I_{2H} \cdot \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 \cdot P_X}$$

Өлшенген және есептелген мәліметтер бойынша трансформатордың  $U_2 = f(I_2)$  сыртқы сипаттамасын және  $I_1 = f(I_2)$ ,  $\cos \varphi_1 = f(I_2)$ ,  $\eta = f(I_2)$  жұмыс сипаттамаларын құру керек.

Трансформатордың алмастыру сұлбасын сызу керек.

### Зертаналық жұмыс №8 Транзисторлық логикалық элементтер

**Мақсаты:** Логикалық элементтер туралы мәліметтерді білу және олардың пайдалануын зерттеу.

**Жоспар:**

1. 7.2 AND (И) логикалық элементі;
2. 7.2 OR (ИЛИ) логикалық элементі;
3. NOT (НЕ) логикалық элементі;
4. NOT AND (И – НЕ) логикалық элементі;
5. NOT OR (ИЛИ – НЕ) логикалық элементі.

**Логикалық (екілік) элементтері** сандық сигналдардың екілік түрде берілуінде оларға әр түрлі логикалық операцияларды істеуге арналған. Екілік тізбектердің ерекшелігі оларда кернеулердің шамаларынан гөрі екілік сигналдар қарастырылатыны. Кернеулер мен екілік сигналдар арасындағы сәйкестік еркін қойылады. Жиірек нөлдік мәнге төмен электрлік потенциалының деңгейі, ал бірлік мәнге жоғары (теріс немесе оң) потенциалының деңгейі сәйкес келетін дискреттік сигналдар пайдаланады. Басқа сәйкестіктер де мүмкін.

Логикалық элементтердің қасиеттері Булев алгебра ережелеріне бағынады. Бұл логикалық элементтердің кірмелік айнымалыларды “строчными”, ал шықпалық айнымалыларды – жазбаша әріптермен өрнектеуге керек екенін білдіреді.

Негізгі Булев (логикалық) функциялар мыналар:

1. **AND (И)** функциясы – конъюнкция (логикалық көбейту).
2. **OR (ИЛИ)** функциясы – дизъюнкция (логикалық қосу).
3. **NOT (НЕ)** функциясы – инверсия (логикалық теріс шығару).

Қосымша мынадай комбинациялар бар:

- NOT AND (И – НЕ)** функциясы,
- NOT OR (ИЛИ – НЕ)** функциясы және т.б.

.1. AND (И) логикалық элементі

7.1.1. Жалпы мағлұмат

И элементінде бірнеше кірме және бір шықпа бар. Берілген логикалық элементтің барлық кірмелерінде 1 мәні болса, онда шықпа 1 мәніне ие болады. Оның шартты белгіленуі 7.1.1а суретте көрсетілген.

7.1.2. Эксперименталды бөлімі

Тапсырма

Үш кірмесі бар И элементінің қасиеттерін зерттеу. Оның келесідей сигналдар сәйкестігі бар

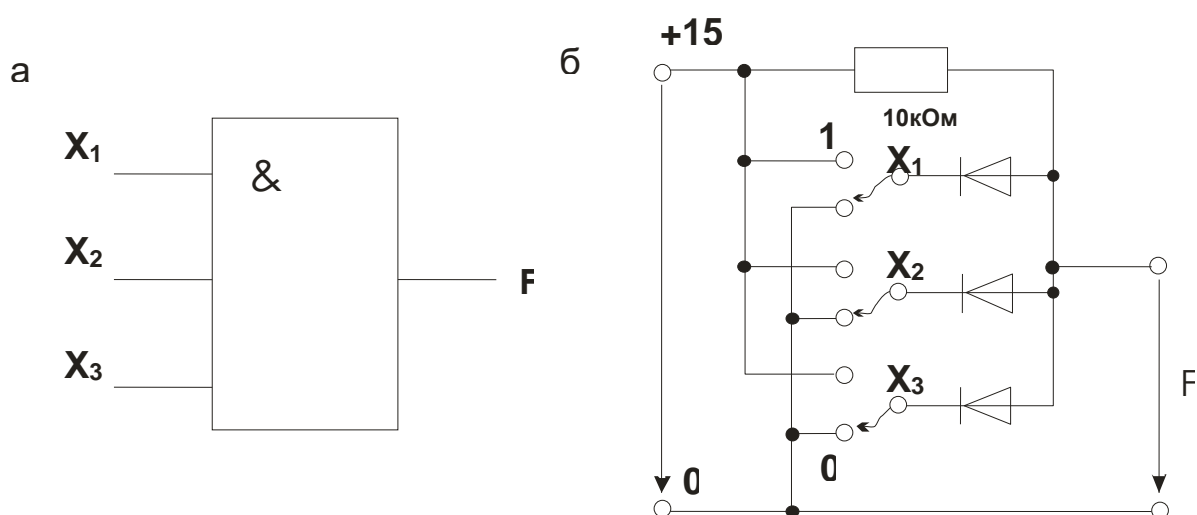
0 В ≡ сигнал 0 ≡ төмен потенциалдың деңгейі,  
+15 В ≡ сигнал 1 ≡ жоғары потенциалдың деңгейі.

Экспериментті орындау реті

- Сұлбаға сәйкес тізбекті жинаңдар (7.1.16 суреті). 7.1.1 кестеде көрсетілгендей  $x_1$ ,  $x_2$  және  $x_3$  кірмелеріне

0 В ≡ сигнал 0 ≡ төмен потенциалдың деңгейін,  
+15 В ≡ сигнал 1 ≡ жоғары потенциалдың деңгейін,

тізбектеп беріңдер. Шықпалық сигналдың (0/1) сәйкес мәндерін кестеге еңгізіндер.



7.1.1 суреті.

Кесте 7.1.1

Кіріселік сигналдар	Шықпалық сигналдар
---------------------	--------------------

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

x1	x2	x3	F
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

*Ескерту: Логикалық элементтің ажыратылған кірмелерінде белгілі сигнал қалпы жоқ. Сондықтан ажыратылған кірмелері кезінде шықпалық айнымалының қалыптарында белгілі бір информация болмайды.*

### 7.2. OR (ИЛИ) логикалық элементі

#### 7.2.1. Жалпы мағлұмат

**ИЛИ** элементінде бірнеше кірме және бір шықпа бар. Берілген логикалық элементтің кірмелердің бірінде 1 мәні болса, шықпа 1 мәніне ие болады. Оның шартты белгіленуі 7.2.1а суретте көрсетілген.

#### 7.2.2. Эксперименталды бөлімі

#### Тапсырма

Үш кірмесі бар **ИЛИ** элементінің қасиеттерін зерттеу. Оның келесідей сигналдар сәйкестігі бар

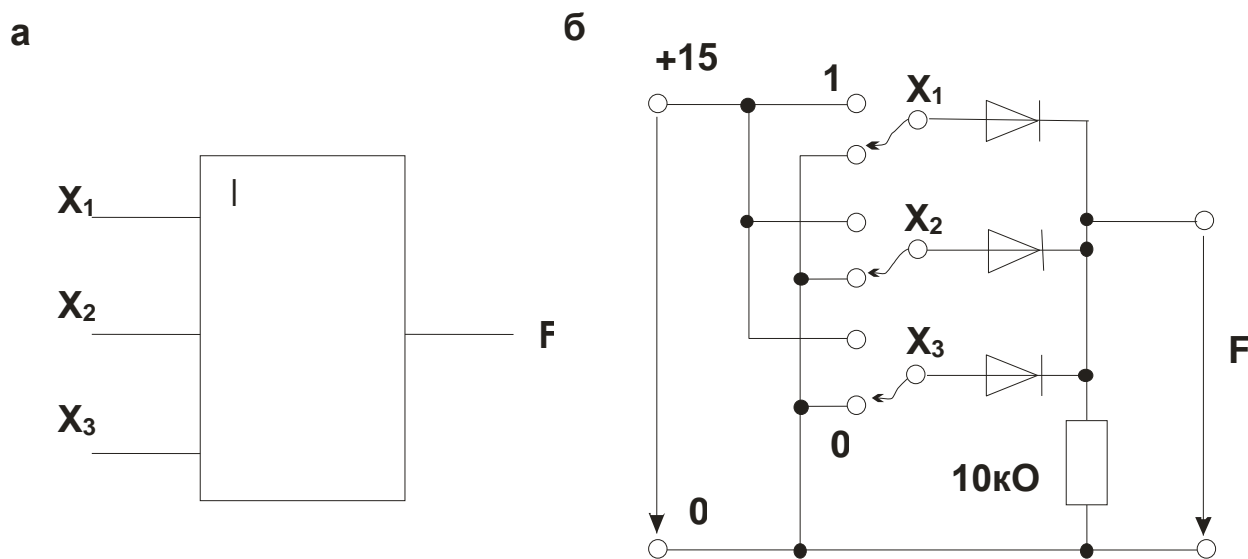
0 В  $\equiv$  сигнал 0  $\equiv$  төмен потенциалдың деңгейі,  
+15 В  $\equiv$  сигнал 1  $\equiv$  жоғары потенциалдың деңгейі.

#### Экспериментті орындау реті

- Сұлбаға сәйкес тізбекті жинаңдар (7.2.16 суреті). 7.2.1 кестеде көрсетілгендей  $x_1$ ,  $x_2$  және  $x_3$  кірмелеріне

0 В  $\equiv$  сигнал 0  $\equiv$  төмен потенциалдың деңгейін,  
+15 В  $\equiv$  сигнал 1  $\equiv$  жоғары потенциалдың деңгейін,

тізбектеп беріңдер. Шықпалық сигналдың (0/1) сәйкес мәндерін кестеге еңгізіңдер.



7.2.1 суреті

Кесте 7.2.1

Кірімелік сигналдар			Шықпалық сигналдар
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	F
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

*Ескерту: Логикалық элементтің ажыратылған кірмелерінде белгілі сигналдың қалпы болмайды. Сондықтан ажыратылған кірмелері кезінде шықпалық айнымалының қалыптары белгілі бір информацияны берме*

**Зертханалық жұмыс №9** Электронды осциллографпен танысу.

**Жұмыс мақсаты:** аналогтық және сандық осциллографтың жұмыс істеу теориясымен танысу, олардың сұлбаларының құрылысын және метрологиялық мінездемелерін зерттеу.

### 1. Осциллографтар: жіктемелері мен қолданылуы

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Электронды осциллограф – бұл құрал визуалды көруге, өлшеуге, электрлі процесстердегі әр түрлі түрдегі фото суреттеуге арналған. Бұл процесстер электронды-сәулелі трубкалардың экранында көрсетіледі, ол электронды осциллографтың негізгі мүшесі болып табылады.

Осциллографтың экранындағы суретті анықтау осциллографтау деп аталады. Экрандағы сурет немесе оның фотосуреті осциллограмма деп аталады.

Осциллографтық өлшеу зерттелінетін құбылыстарды көруде ерекше көрнектілікке ие. Қазіргі осциллографтар әр түрлі электрлі процесстерді қарастыруға мүмкіндік береді, тіпті егер сигнал кездейсоқ жағдайдағы уақыт пен ұзақтығында пайда болғанда, мысалыға секундтың миллиардты бөлігінде. Регистрациялық процесстерде орташа көздің қабілеттілігінің ұзақтылығы 0,1с уақытында шектелінген.

Осциллографтың экранындағы бейненің көмегімен тоқты және әр түрлі формадағы кернеуді өлшеп және салыстыруға болады, олардың амплитудалы мәндерін, уақыттағы сигнал ұзақтығын бағалау да өте маңызды (қандай да бөлігінде). Сонымен қатар осциллограф жиілікті, фазаны, зерттелетін сигналдың модуляция коэффициентін өлшеуге мүмкіндік береді. Оның көмегімен әр түрлі радио құралдардың амплитудалық, фазалық мінездемелерін алады, электронды лампалардың вольт-амперлік мінездемелері және жартылай өткізгішті аспаптар сигналдардың формаларын зерттейді және басқа комплексті өлшеулерді шығарады.

Осциллографиялық өлшеулер зерттелетін жиіліктің үлкен диапазонымен (тұрақты токтан СВЧ диапазонының жиілігіне дейін), сигналдардың сақтау мүмкіндігі мен келесі орындалумен, жоғары сезімдалдылықпен және кедергілерден сигналдарды бөлу мүмкіндігімен ерекшеленеді.

Осциллографиялық электрлі емес көлемдер электронды осциллографтың қатынасындағы датчиктардың көмегімен жүзеге асырылады. Датчиктарды әр түрлі процесстерді зерттеуге қолдануға болады, бірақ олар табиғатынан электрлі болып келмейді (қысымның өзгеруі, жарықты ағын, механикалық тербелістер және деформациялар және т.б.). Параметрлі, электрлі емес көлемдегі кедергілерді құрастыру, генераторлық және электрлі емес көлемдегі электрлі қозғалушы күшті құрастыру датчиктері кең таралған.

Осциллографтар белгілеуі және іс-әрекеті бойынша әмбебеп, сақталатын, стробоскопиялық, жылдам және арнайы аспаптарға, сигналдардың бір уақытта бақылау саны бойынша – бір, екі және көп каналды болып бөлінеді.

Әмбебеп осциллографтар – жалпы белгілеуге арналған аспап, гармоникалық және импульсті сигналдарды бақылауға арналған. Бұл осциллографтар екі топқа бөлінеді: бір сарынды блокты конструкциялық аспаптар және ауыстырмалы блокты аспаптар.

Жылдам және стробоскопиялық осциллографтар жылдам әрекет ететін жартылай өткізгіштерде өткізгіш процесстарды зерттеуге, интегральды микросұлбады және ауыстырып қосқыш элементтер кезінде ядролық физикада және басқа да жұмыс аудандарында қолданылады.

Стробоскопиялық түрлендіргіш сигналының негізі, өте қысқы строб-импульсты арнайы сұлбадан тұрады. Сигнал және строб-импульстар арнайы құрал-араластырғышқа келтіріледі. Строб-импульстар амплитудасы, араластырғыштан өткен соң, строб-импульстын өту мезетінде зерттелетін сигналдың амплитудалары сол кездегі мәніне пропорционалды. Одан кейін импульстар бөлшектері күшейеді және көбейеді ( $10 - 10^4$  рет). Нәтижесінде жалпы белгілеу осциллографпен салыстырғанда одан да көп жоғары жиілікті сигналды зерттеуге мүмкіндік тудырады. Жылдам және стробоскопиялық осциллографтардың өтізу жолағы тұрақты токтан оншақты гигагерцқа дейін ( $1 \text{ ГГц} = 10^{12} \text{ Гц}$ ) сигнал деңгейі кезінде бір милливольттан бір вольтқа дейін өзгереді.

Сақтау осциллографтарының іс-әрекеті (ЭСТ) жад түтіктеріне қолдануға негізделген. Жазылған сигнал ЭСТ экранында жүргізілгенге дейін біршама уақыт сақталады (минуттан бірнеше күнге дейін).

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

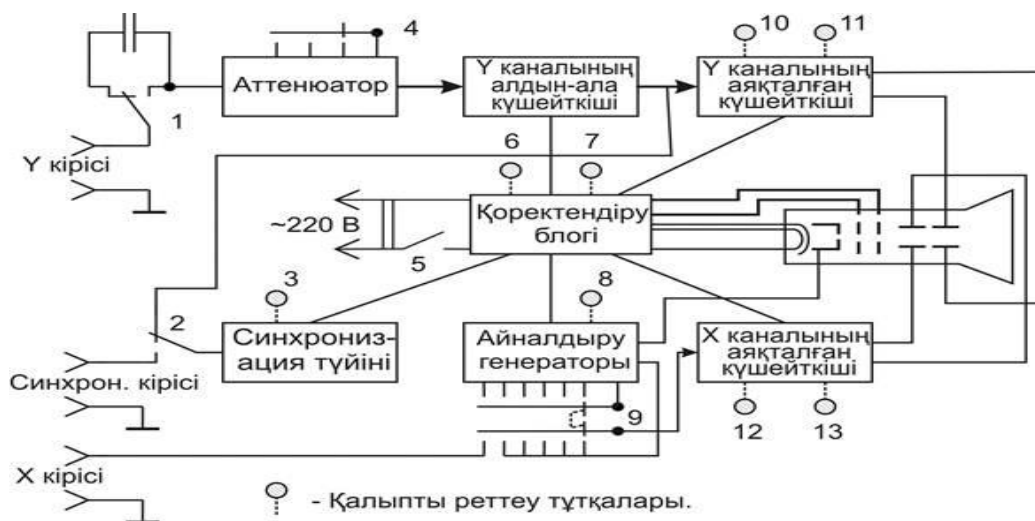
Арнайы белгілеу осциллографтары есептеу құрылғыларының құрамына кіруі мүмкін, медицинада өзінен көп каналды индикаторларды және т.б көрсетеді.

## 2. Осциллографтың құрылымдық сұлбасы

5.1 - суретте осциллографтың құрылымдық сұлбасы көрсетілген. Қазіргі уақытта осциллографтардың құрылымы және белгілеуі бойынша көп түрлері бар. Олардың бет панельдері әртүрлі (басқару панелі), белгілеу басқару қаламы және қосқыш біршама өзгеше. Бірақ әрбір осциллографта минималды керек буындар жинағы болады, оларсыз жұмыс жасай алмайды. Негізгі буындар белгіленулерін қарастырайық.

### 2.1 Қоректендіру блогі

Қоректендіру блогі электрондық осциллографтың барлық бөлшектерінің жұмысына қажетті энергияны береді. Қоректендіру блогінің кірісіне 220В-қа тең қалалық электр жүйесінен айнаымалы кернеу келеді. Онда кернеу әр түрлі шамаға түрленеді: 6,3В электронды-сәулелік таяқшаның жандыру инесін қоректендіруге, тұрақты 12-14В кернеу күшейткіш пен генераторды қоректендіру үшін, егер олар жартылай өткізгіштер болса (250В шамдық), 150В шеткі көлденең және тік сәулелі ауытқу күшейткішін қоректендіруге кетеді және бірнеше жүздік Вольт электронды сәулені реттеу үшін және бірнеше мыңдық Вольт электрон шоғырын жылдамдату үшін кетеді.



5.1 - сурет - Осциллографтың құрылымдық сұлбасы

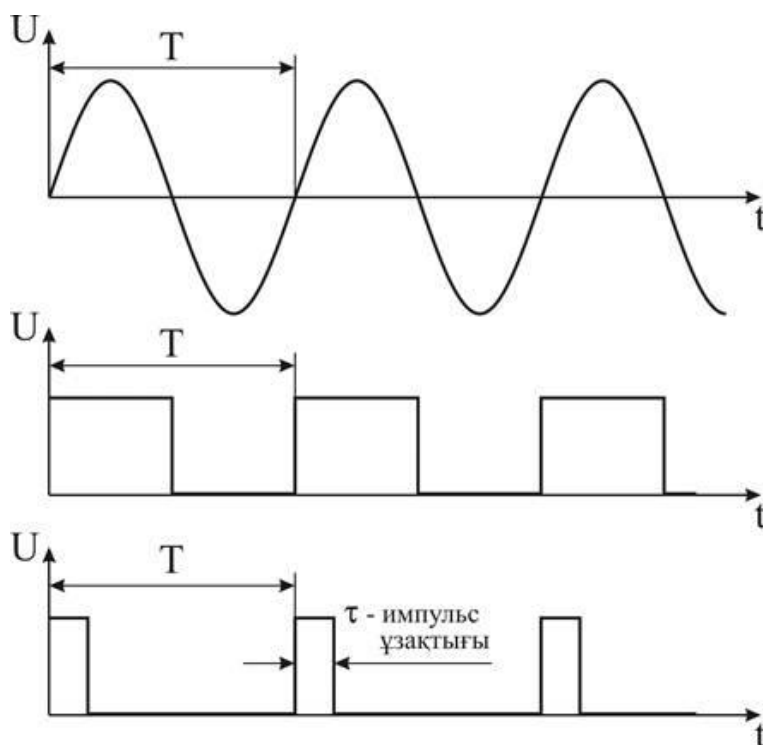
Қоректендіру блогінің қоректі сөндіруінен (5) басқа, осциллограф реттеушілері алдыңғы панельге шығарылған: “ФОКУСИРОВКА” (6) және “ЯРКОСТЬ” (7). Бұл тетіктерді айналдырған кезде бірінші анод пен модуляторға берілетін кернеу өзгереді. Бірінші анодтық кернеуі өзгерген кезде электростатикалық өріс конфигурациясы өзгереді, яғни электрондық сәуленің енінің өзгеруіне алып келеді. Электронды сәулелік таяқшадағы(трубка) модулятор лампалық триодта басқарушы тордың қызметін атқарады. Модулятордағы кернеу өзгерген кезде электрондық сәуле тогы да өзгереді (электрондардың кинетикалық энергиясы өзгереді), яғни экранның люминофор жарқырауының жарықтығының өзгеруіне алып келеді.

Ол ара тектес кернеу береді. Оның жиілігін қатаң (сатылық) ауыстырғышпен (9) (переключатель) және бірқалыпты-реттеуішпен (8) ауыстыруға болады. Олар осциллографтың

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

беттік панелінде “ЧАСТОТА ГРУБО” (немесе “ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАЗВЕРТКИ”) және “ЧАСТОТА ПЛАВНО”. Генератордың жиілік диапазоны өте кең – бірлік Гц-тен бірлік МГц-ке дейін. Шынында диапазон ауыстырғышының жанында ара тектес ауытқулардың жиіліктері емес, олардың ұзақтығының мәні қойылған (кейбір осциллографтарда жиіліктері қойылған). Ұзақтығына байланысты жиілікті және жиілігіне байланысты ұзақтығын таба білу керек. Оны мына формулалар арқылы табады:  $f=1/T$  и  $T=1/f$ , мұнда  $f$  – ауытқу жиілігі, ал  $T$  – бір ауытқудың ұзақтығы (немесе период). Егер жиілігі Гц берілсе, онда ұзақтығы секундпен өлшенеді, егер кГц берілсе (1 кГц=1000 Гц), ұзақтығы мск өлшенеді (1 мс=0,001 с); Жиілік МГц берілсе (1 МГц=10<sup>6</sup> Гц), ұзақтығы микросекундтармен өлшенеді (1 мкс=10<sup>-6</sup>с).

Мысалы, 50мс ұзақтық  $1/0,05=20$  Гц сәйкес келеді, ұзақтық 1мкс -  $1/10^7=10^7$  Гц=10 МГц жиілікке сәйкес келеді. Бұл мәндер масштабты тордың бір бөлімінің қатынасына келтірілген, ол осциллографтың экранына қыстырылған. Бұл есептеу синусоидалды ауытқуларға тура келеді және бірдей ұзақтықты импульстық сигналдар мен үзілістер тура келеді. Олар 5.2 - суретте көрсетілген. Егер импульстар ұзақтығы мен үзілістері әр түрлі болса, импульстердің жүру периододының шамасын формулаға алып барып қою керек (периодты ұзақтықты өлшейтін шамалармен өлшейді).

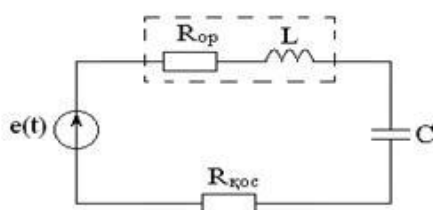


**Зертханалық жұмыс №10** Аратіс тәрізді кернеу генераторының (АКГ) жұмысын зерттеу

### Жұмыс орындаудың бағдарламасы және тәртібі

3.4.1 Резонанстық контурдың сұлбасын жинау керек (3.1 сурет). Сұлбаның элементтерінің параметрлерін 3.1 кестеден өздерінің нұсқауларына сәйкес алу керек.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ



3.1 Сурет

3.1 К е с т е – Зерттелетін сұлбаның параметрлері

Нұсқа	$L, мГн$	$R_{op}, Ом$	$C, мкФ$	$R_{кoc}, Ом$
1	100	өлшеу	0,1	100
2	40	өлшеу	0,22	220
3	22	өлшеу	0,47	330

Көріктендіру көз ретінде дабылдардың арнайы түрі бар генераторды пайдалану керек және синусоидалы тербелену ережеге ауыстырып қою керек. Тізбектің кірісінде 5 ... 10 В тең кернеуді орнатып, ал содан кейін үрдіс бойы тұрақты ұстап тұру керек. Амперметр және вольтметр ретінде санды әмбебап аспаптарды пайдалану керек. Алдымен оларды айнымалы (AC) токты және кернеуді өлшеуге қосып өлшеніп жатқан шамалардың керекті шектерін таңдап алу керек (мысалы, вольтметр үшін 20В, амперметр үшін 40мА).

3.4.2 Контурдың  $\omega_0$  резонанстық жиілігін,  $Q$  сапалылықты және  $\rho$  сипаттамалы кедергіні есептеп алу керек. Контурдың  $R_{кoc2}$  қосымша кедергіні, контурдың  $R_{\Sigma}$  қосынды активтік екі есе үлкейген болу үшін, есептеу керек ( $R_{\Sigma} = R_{op} + R_{кoc}$ ). Бұл жағдайда контурдың сапалығы  $Q_2$  екі есе сапалылық  $Q_1$ -ден аз болады.

Алынған нәтижелерді құрама кестенің “есеп” жолына енгізу керек (3.3 кесте).

3.4.3  $Q_2$  және  $Q_1$  сапалылық мәндері үшін жиілік өзгерудің аралығы  $0,2 f_0$ -ден  $2 f_0$ -ге дейін болғанда контурдың ток мәндерін өлшеу керек. Өлшеудің мәндерін 3.2 кестеге енгізу керек.

3.2 К е с т е – Параметрлерді өлшеу нәтижелері

$f, Гц$				$f_0$				Ескерту
$I, mA$								$Q_1, R_{кoc1}$
$I, mA$								$Q_2, R_{кoc2}$

3.4.4 п.3.4.3 өлшеудің нәтижелері бойынша  $Q_1$  және  $Q_2$  сапалық мәндері үшін контурдың  $I=f(\omega)$  резонанстық қисықтарды салыңыз. Резонанстық қисықтары бойынша  $f_{1шек}$  және  $f_{2шек}$  шекаралық жиіліктерді, контурлардың өткізу алқаптарын белгілеңіз.  $\omega_0$  резонанстық жиіліктің,  $\rho$  сипаттамалы кедергінің,  $R_{\Sigma}$  контурдың қосынды активтік кедергінің,  $L$  индуктивтіктің және  $C$  сыйымдылықтың нақты мәндерін есептеу керек. Есептің нәтижелерін құрама кестенің “тәжірибе” жолына енгізу керек (3.3 кесте).



# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

### 3.3 К е с т е – Есеп және өлшеу нәтижелердің құрама кесте

		$\Omega_0$	$F_0$	$Q$	$\rho$	$R_{\Sigma}$	$L$	$C$
$Q_1, R_{қос1}$	<i>Есеп</i>							
	<i>Тәжірибе</i>							
$Q_2, R_{қос2}$	<i>Есеп</i>							
	<i>Тәжірибе</i>							

### 3.5 Жұмыс туралы қорытынды:

Жұмыс туралы жалпы қорытынды, есеп және тәжірибе нәтижелерінің айырмашылықтарының себептеріне көңіл аударындар.

#### 4 Зертханалық жұмыс

#### “Жұлдызша-жұлдызша” қосылған үшфазалы электр тізбекті зерттеу

##### 4.1 Жұмыстың мақсаты:

Жұмыстың мақсаты – нөлдік сымы бар және нөлдік сымы жоқ кезде симметриялы, симметриясыз және апатты ережелерде сұлбасы “жұлдызша-жұлдызша” қосылған үшфазалы тізбектің қасиеттерін зерттеу.

##### 4.2 Жұмысқа дайындық:

Жазбаша бақылау сұрақтарға жауап беру керек және зертханалық жұмысты өткізуге дайындылық болуы керек, яғни зерттелетін жұмыстың сұлбасы және тәжірибелік нәтижелерді енгізу үшін кестелер салынуы керек

##### 4.4 Жұмыс орындаудың бағдарламасы және тәртібі

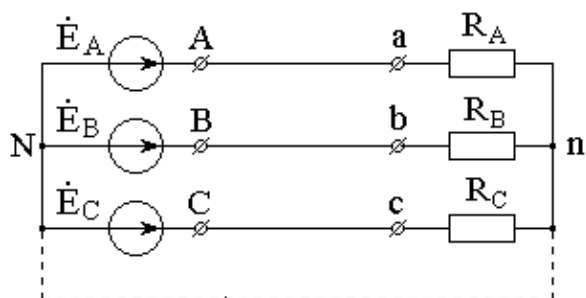
4.4.1 Тізбекті сұлба бойынша жинау керек (4.1 сурет). Көріктену көз ретінде фазалық кернеуі 7В, жиілігі 50Гц тең симметриялы үшфазалық көзді пайдалану керек. Симметриялық жүктеме ретінде -1кОм кедергісі тең резисторларды. Сұлбада көрсетіп жүктемедегі фазалы және сызықты кернеулерді, сонымен бірге бейтараптар арасындағы  $U_{nN}$  ығысу кернеуді келесі жұмыс ережелері кезінде өлшеп алу керек:

- симметриялы;

- симметриясыз, жүктеме бір фазада екі есе азайғанда (1 бригада – А фаза, 2 бригада – В фаза, 3 бригада – С фаза);

- симметриясыз, бір сызықты сым үзілген кезде.

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ



4.1 Сурет - “Жұлдызша-жұлдызша” қосылған үшфазалы тізбектің сұлбасы

Өлшеудің нәтижелерін 4.1 кестеге енгізу керек.

4.1 К е с т е – Нөлдік сымы жоқ сұлбада өлшеудің нәтижелері

Ереже	$I_A, \text{mA}$	$I_B, \text{mA}$	$I_C, \text{mA}$	$U_{an}, \text{V}$	$U_{bn}, \text{V}$	$U_{cn}, \text{V}$	$U_{ab}, \text{V}$	$U_{bc}, \text{V}$	$U_{ca}, \text{V}$	$U_{nN}, \text{V}$
Симметриялы										
Фазаның кедергісі азайған										
Сызықты сым үзілген										

4.4.2 4.1 кестенің мәліметтері бойынша жұмыстың әрбір ережесіне кернеулердің топографиялық және токтардың векторлық диаграммаларын салып, олар арқылы жүктеме және көздің арасындағы  $U_{nN}$  ығысу кернеудің әрекет мәнін белгілеу керек және оны өлшенген мәнімен салыстыру керек.

4.4.3 Төрт сымды тізбекті жинау керек. Ол үшін  $n$  және  $N$  нүктелер арасына бейтарап (нөлдік) сымды қосу керек (4.1 суретте ол үзік-үзік сызықпен көрсетілген). Өртүрлі ережелер үшін фазалы және сызықты кернеулерді, бейтарап сымдағы  $I_N$  токты өлшеп алу керек. Нәтижелерді 4.2 кестеге енгізу керек.

4.2 К е с т е – Нөлдік сымы бар сұлбада өлшеудің нәтижелері

Ереже	$I_A, \text{mA}$	$I_B, \text{mA}$	$I_C, \text{mA}$	$I_N, \text{mA}$	$U_{an}, \text{V}$	$U_{bn}, \text{V}$	$U_{cn}, \text{V}$	$U_{ab}, \text{V}$	$U_{bc}, \text{V}$	$U_{ca}, \text{V}$
Симметриялы										
Фазаның кедергісі азайған										
Сызықты сым үзілген										

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

4.4.4 4.2 кестенің мәліметтері бойынша жұмыстың әрбір ережесіне кернеулердің топографиялық және токтардың векторлық диаграммаларын салып, олар арқылы  $I_N$  токтың мәнін белгілеп оны өлшеген мәнімен салыстыру керек.

## 4.5 Жұмыс туралы қорытындылар

Нөлдік сымның маңызын бағалаңдар. Симметриясыз және апатты ережелерде нөлдік сымның үзілгені қандай салдарға келтіреді.

**Зертханалық жұмыс №11** Мультивибраторлардың жұмысын реттеу

### 3.1 Тақырып Электрлік жетектерге қойылатын жалпы талаптар.

Электрлік жетекті қолданудың негізгі мақсаты – жұмыстық машинаның технологиялық үрдісті берілген тапсырмалық әнімділікке, сапалық кәрсеткішке сәйкес жоғары экономикалық және энергетикалық тиімділікпен орындауын қамтамасыз ету. Электрлік жетек берілген функцияларды келісілген шартпен анықталған уақыт аралығында орындау қажет. Егер ол орындалмаса, онда оның барлық басқа сапасы қажетсіз болады, сондықтан сенімділік талабын бірінші қарастырамыз. Екінші жалпы кәрсеткіш дәлдік деп аталады. Ол қозғалысты басқару сапасын сипаттайды, сондықтан электр жетегінің негізгі функциясы болып саналады. Жетек қандайда бір қозғалыстың кәрсеткішінің берілген мәннен өзгеше болмауын және берілген мәннен аспауын қажетті дәлдікпен орындауы керек. Мысалы, лифт кабинасын тоқтатудың дәлсіздігі  $\pm 1$  мм аспауы керек. Электр жетегі сымның немесе жіптің оралуы кезіндегі тартылу күшіне тәуелсіз жағдайда транспортер лентасының қозғалысын берілген жылдамдық деңгейінде ұстап тұру қажет, сонымен қатар жылдамдықтың ауытқуы рұқсат етілген ауытқудан аспауы керек. Үшінші кәрсеткіш әртүрлі сыртқы әсерлердің әрекетіне байланысты электрлік жетек жүйесінің қимылдау (әрекет ету) шапшаңдығы, бұл кәрсеткіш екінші кәрсеткішпен тығыз байланысты. Мысалы, радиотелескоп антенасының электрлік жетегі желдің әсерінен белгіленген орынжағдайдан ауытқуды өте тез түзетуі керек. Шапшаңдық пен дәлдіктің арасындағы байланысты мына мысалмен кәрсетуге болады: егер белгілі бір параметр өте тез өзгерсе, онда жетек оның өзгерісін тез қабылдап, әндеп, тиісті әрекетті тез жасауы керек, әйтпесе берілгенмен мән мен нақты мән арасындағы айырмашылық кәбейіп кетеді және рұқсат етілген аумақтан шығады. Шапшаң әрекет ететін жүйеде динамикалық үрдістер уақыт тәуелді түрде өтетін өзгерістермен байланысты. Бұл байланыс тәртінші кәрсеткіштің – динамикалық үрдістердің сапасын анықтайды. Бұл кәрсеткіш динамикалық үрдістердің уақыт бойынша өтуін сипаттайтын заңдылықпен әрнектеледі. Мысалы, лифтіде жақсы жұмыс жасайтын жетек болғанда қозғалыстың үдеуі мен тоқтауы сезілмейді, егер нашар жұмыс жасайтын жетек болса, онда динамикалық үрдістер кезінде қолайсыз жағдайлар орын алады. Қазіргі уақытта ең маңызды саналатын бесінші кәрсеткіш энергетикалық тиімділік деп аталады. Энергияны беру және түрлендірудің кез келген үрдістері кезінде шығындар болатындықтан, осы шығындардың басым бөлігі қандай екендігін білу қажет. Электр жетектері үшін бұл кәрсеткіш электр энергиясының шығынымен анықталады. Мысалы, станоктың электр жетегінің энергетикалық тиімділік анықтау үшін 1 тонналық дайын әнімдер үшін қанша электр энергия шығындалатындығын білу қажет. Энергетикалық тиімділікті ПӘК бағалайды. ПӘК пайдалы шығындалған 12 энергияның үрдісті орындауға берілген энергияның толық шығынына қатынасы арқылы анықталады. Үлкен шығындар дегеніміз - электрлік ресурстар мен адамдардың еңбектерінің босқа шығындалуы және қоршаған ортаға зиян тигізу. Алтыншы кәрсеткіш – электрлік жетектің электрмен қамтамасыз ету жүйесімен және өте жоғары деңгейлі ақпараттық жүйемен сәйкестігі. Сәйкестік мәселесі соңғы кездері электр жетегінің құрамына қоректендіру желісіне және электронды басқару құрылғысына кері әсерін тигізетін жоғары гармоникаларды

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

түзететін жартылай өткізгішті түрлендіргіштердің енуіне байланысты қарастырыла бастады. Жетінші кәрсеткіш жұмсалған ресурс мөлшері (ресурстық сыйымдылық) деп аталады. Оған өнім шығару үшін жұмсалған материал мен энергия мөлшері, сонымен қатар дайындау, монтаждау, тасымалдау және жөндеу үшін жұмсалған еңбек мөлшері жатады. Бұл кәрсеткіш өте күрделі және ауқымды, қолданылған технологияның деңгейімен, экономикалық жағдайлармен және көптеген басқа факторлармен байланысты. Мысалы, электр жетегінің негізгі элементі болып саналатын, қуаты 1-10 кВт қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштардың салмағының өзгеруін қарастырайық. Табиғи ресурстары аз, бірақ технологиялық деңгейі жоғары Жапонияда 1950 жылдан 1986 жылға дейінгі аралықта қолданылатын материалдарының қасиеттерінің жақсаруы мен оларды өңдеу сапасының жоғарлауы, тиімді конструкциялық шешімдерді қолдану нәтижесінде мұндай қозғалтқыштардың салмағы орташа есеппен 2,5 есе төмендеді. Қазіргі кезде энергияның бағасы жоғарлағандықтан және материалдың бағасы көтерілгендіктен энергияны үнемдейтін қозғалтқыштарының өндірісі қарқын алды, сондықтан олардың үлесі 40-50% дейін көтерілді. Қойылатын талаптарды толық қанағаттандыратын электрлік жетекті ойлап құрастыру, жобалау кезінде электрлік қозғалтқыш пен басқару құрылғысының қасиеттері мен мүмкіндіктері жұмыстық машинаның жетектік сипаттамаларымен өзара сәйкестендірілуі қажет. Жетектік сипаттамалар деп өндірістік үрдістің және машинаның жұмыс режимдерін барлық ерекшеліктерін қамтитын сипаттамалар тобын айтады. Оларға технологиялық, кинематикалық, энергетикалық, механикалық, жүктемелік және инерциялық сипаттамалар жатады. Электрлік жетектердің міндеттері қатарына жұмыстық машиналардың атқарушы органдарын қажетті қозғалыс түрімен (айналмалы, ілгерлемелі, кері-ілгерлемелі) қамтамасыз ету, оның жылдамдығын және үдеуін реттеу (тұрақтандыру), сонымен қатар, технологиялық үрдістерді орындауға қатысатын құрылғылардың жұмыстық режимдерін (жүргізіп жіберу, реверстеу, тежеу, жылдамдықты реттеу, апаттық жағдайлардан қорғау және блокировка) автоматтандыруды қамтамасыз ету жатады. Электрлік жетектерінің өзіндік ерекшеліктерін атап өтейік: 1) Электр қозғалтқыштарын әртүрлі қуатқа және жылдамдыққа арнап жасау мүмкіндігі. Қазіргі кезде электрлік жетектердің қуаттарының диапазоны 13 ваттың жүздеген бөлігінен ондаған мың киловатқа дейінгі аралықта, ал айналу жылдамдығының диапазоны өте кең ауқымды қамтиды. 2) Әртүрлі жағдайда жұмыс істей алатын электрлік жетек жасау мүмкіндігі: агрессивті сұйық пен газы бар ортада, космостық кеңістік жағдайында, төменгі және жоғарғы температураларда және т.б. 3) Қарапайым әдістердің көмегімен жұмыстық машиналардың орындаушы мүшелерінде әртүрлі және күрделі қозғалыс түрлерін іске асыру, сондай-ақ қозғалыс бағытын және жылдамдықты, үдеуді өзгерту мүмкіндігі. 4) Өндірістік және технологиялық үрдістерді автоматтандырудың жеңілдігі, электр жетегін өндірісті басқаратын автоматтандырылған ортақ жүйеге қосудың қарапайымдылығы. 5) Электрлік жетектің ПӘК жоғары болуы, жұмыс істеу сенімділігі, қолдануға қолайлы болуы, қоршаған ортаны ластамауы.

**Зертханалық жұмыс № 12** Тұрақты және ауыспалы ток қозғалтқышының жұмыс режимдерін зерттеу

### **Жұмыстың мақсаты:**

Бір фазалы трансформатордың құрылғысымен, жұмыс ұстанымымен, сипаттамаларымен және зерттеу әдістерімен танысу.

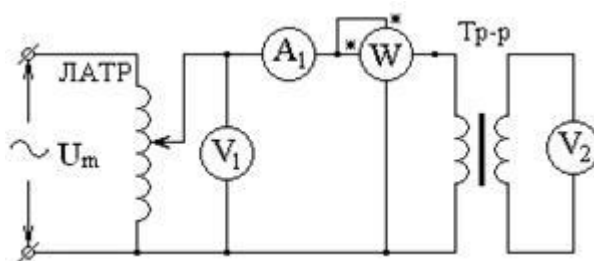
# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

## 6.2 Жұмысқа дайындық:

Оқу құралдың “Трансформаторлар” тарауларын қайталау.

## 6.3 Бос жүріс тәжірибе:

Сұлбаға сәйкес тізбекті жинау керек (6.1 сурет). Трансформатордың біріншілік және екіншілік орамалардың кернеулерін өлшеу үшін  $V_1$  және  $V_2$  вольтметрлерді, біріншілік ораманың бос жүріс тоғын өлшеу үшін  $A_1$  амперметрді, бос жүрістің активтік және реактивтік қуаттарын өлшеу үшін  $W$  ваттметрді және  $V_{ar}$  варметрді тізбекке қосу керек.



6.1 Сурет. Бос жүрістің сұлбасы

Трансформатордың біріншілік ораманың шығысындағы  $U_1$  кернеуді 0-230 вольт аралықта өзгертіп, аспаптар көрсеткіштерін 6.1 кестеге енгізіңдер:

6.1 К е с т е

U, В	30	70	110	150	150	220	230
$I_0$ , мА							
$P_0$ , Вт							
$Q_0$ , вар							

Өлшенген мәліметтер бойынша есептеңдер:

- трансформатордың трансформациялық коэффициентін

$$k = \frac{U_1}{U_2}$$

- бос жүрістің толық қуатын

$$S_0 = U_1 I_0$$

- бос жүріс кездегі трансформатордың қуат коэффициентін

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{S_0}$$

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

- трансформатодағы магниттелу тармағының параметрлері

$$z_0 = \frac{U_1}{I_0}, \quad R_0 = \frac{P_0}{I_0^2}, \quad \text{және} \quad x_0 = \sqrt{z_0^2 - R_0^2}$$

Есептелген мәліметтерді 6.2 кестеге енгізіңдер:

6.2 К е с т е

$S_0, \text{BA}$							
$\cos \varphi_0$							
$Z_0, \text{OM}$							
$R_0, \text{OM}$							
$X_0, \text{OM}$							

6.1 және 6.2 кестелердің мәліметтерін пайдаланып  $I_0 = f(U_1), P_0 = f(U_1)$ , және  $\cos \varphi_0 = f(U_1)$  сипаттамаларды салыңыз.

### 6.4 Қысқа тұйықталу тәжірибесі

Қысқа тұйықталу тәжірибені трансформатордың екіншілік орамасы тұйықталған кезде өткізеді (1 және 2 қысқыш сыммен қосылады). Автотрансформатордың тұтқасын баяу айналдырып  $I_x$  токты 0,5А мәніне дейін үлкейтіндер. Өлшеу аспаптардың көрсеткіштерін 6.3 кестеге енгізіңдер:

6.3 К е с т е

$U_k, \text{B}$	2	4	6	8	10	13	15
$I_k, \text{MA}$							
$P_k, \text{BT}$							
$Q_k, \text{вар}$							
$\cos \varphi_k$							

Өлшенген мәліметтер бойынша есептеңдер:

- қысқа тұйықталу кездегі трансформатордың қуат коэффициенті

$$\cos \varphi_k = \frac{P_k}{\sqrt{P_k^2 + Q_k^2}}$$

- алмастыру сұлбаның параметрлері:

## КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$$z_x = \frac{U_k}{I_x}, \quad R_x = R_1 + R_2' = \frac{P_x}{I_x^2}, \quad x_x = x_1 + x_2' = \sqrt{z_x^2 - R_x^2}$$

6.3 кестенің мәліметтерін пайдаланып  $I_k = f(U_k)$ ,  $P_k = f(U_k)$ , және  $\cos \varphi_k = f(U_k)$  қысқа тұйықталудың сипаттамаларын салындар.

### 6.5 Жүктемесі бар трансформаторды сынақтан жүргізу

Жүктемені (3 және 4 қысқыштарды) трансформатордың екіншілік орамасымен қосындар (1 және 2 қысқыштарға) амперметр арқылы 1 және 2 қысқыштарға жүктемедегі кернеуді өлшеу үшін вольтметрді қосу керек.

Трансформатордың біріншілік орамасында  $U_n=220В$  вольтқа тең кернеуді орнату керек және оны тұрақтығып ұстау керек.

Жүктеменің кедергісін өзгертіп бес-алты өлшеуді өткізіп, алынған нәтижелерді 6.4 кестеге енгізу керек.

6.4 К е с т е

U <sub>1</sub> , В	220	220	220	220	220	220	220
U <sub>2</sub> , В							
I <sub>1</sub> , МА							
I <sub>2к</sub> , МА							
P <sub>1</sub> , Вт							
Q <sub>1</sub> , вар							

Кестенің мәліметтері бойынша белгілеңіз:

1. Трансформатордың жүктеме коэффициенті

$$\beta = I_2 / I_{2н}$$

2. Жүктеменің активті қуаты

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

3. Трансформатордың толық қуаты

$$S_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$$

4. Трансформатордың қуат коэффициенті

# КГКП КОСТАНАЙСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКИМАТА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

$$\cos \varphi_1 = P_1 / S_1$$

5. Трансформатордың пайдалы әрекет коэффициенті

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_M + P_3} = \frac{\beta \cdot U_2 \cdot I_{2\kappa} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot U_2 \cdot I_{2H} \cdot \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 \cdot P_X}$$

Өлшенген және есептелген мәліметтер бойынша трансформатордың  $U_2 = f(I_2)$  сыртқы сипаттамасын және  $I_1 = f(I_2)$ ,  $\cos_1 = f(I_2)$ ,  $\eta = f(I_2)$  жұмыс сипаттамаларын құру керек.

Трансформатордың алмастыру сұлбасын сызу керек.

## Тексеру сынау тапсырмалары

1 – Нұсқа	2 – Нұсқа
1.Диод	1.Диод
2. Диод белгіленуі	2. Диод белгіленуі
3. Вольт – амперлік сипаттамасы	3. Вольт – амперлік сипаттамасы
4.Түзеткіш	4.Түзеткіш
5. Транзистор	5. Транзистор
6.Биполярлы транзистор түрлері және белгіленуін көрсет	6.Биполярлы транзистор түрлері және белгіленуін көрсет
7.Өрістік транзистор	7.Өрістік транзистор
8. Өрістік тарнзистор түрлері және белгіленуін көрсет	8. Өрістік тарнзистор түрлері және белгіленуін көрсет
9. Күшейткіш	9. Күшейткіш
10. Күшейткіштің қосылу сұлбасы	10. Күшейткіштің қосылу сұлбасы
11. Күшейту коэффициент формуласы	11. Күшейту коэффициент формуласы
12. Күшейту коэффициент децибел бойынша формуласы	12. Күшейту коэффициент децибел бойынша формуласы
13. Күшейту сипаттамаларын ата, графиктерін сал	13. Күшейту сипаттамаларын ата, графиктерін сал
14.Қуат күшейткіштері	14.Қуат күшейткіштері
15. Қуат күшейткіштері неше тактіге және класстарға бөлінеді? Олардың схемасын көрсет	15. Қуат күшейткіштері неше тактіге және класстарға бөлінеді? Олардың схемасын көрсет

1 - нұсқа	2 - нұсқа
Қыздыру шам	Люминесценттік шам
1. Құрылысы	1. Құрылысы
2. Жұмыс істеу принципі	2. Жұмыс істеу принципі
3.Жұмыс уақыты	3.Жұмыс уақыты
4.Адам ағзасына пайдасы	4.Адам ағзасына пайдасы
5.Ерекшелігі	5.Ерекшелігі



1- Нұсқа

1. Оптикалық сәулелену
2. Оптикалық сәулелену толқын ұзындығына байланысты қандай түрлерге бөлінеді
3. Ультра күлгін сәулелену.
4. Инфрақызыл сәулелену.
5. Тұтас спектр сурет
6. Жарық күші. Өлшем бірлік

2 – нұсқа

1. Оптикалық сәулелену
2. Оптикалық сәулелену толқын ұзындығына байланысты қандай түрлерге бөлінеді
3. Көрінетін сәулелену.
4. Сәулелену спектрлары.
5. Сәулеленудің сызықты спектрі сурет
6. Жарықтылық. Өлшем бірлігі

**ҚОРЫТЫНДЫ**

Электротехника және электроника-эртүрлі ғылымдардың, ең алдымен математика, физика, информатика, тізбектер мен жүйелер теориясының ұғымдары мен әдістерін қолданатын адам білімінің салалары. Оқытылатын пәннің негізгі ұғымы-алмастыру схемалары түрінде ұсынылған электронды және электротехникалық құрылғылардың математикалық модельдері. Мұндай модельдер қолмен есептеу кезінде де, электронды тізбектер мен құрылғыларды компьютерлік модельдеу кезінде де қолданылады.

Оқу құралының бірінші бөлімі электрондық құрылғылардың математикалық модельдерінің жалпы қасиеттерін және оларды жиілік және уақыт салаларында талдау әдістерін зерттеуге арналған. Нұсқаулықтың бірінші бөлігінде қарастырылған тізбек теориясының әдістері екінші бөлімде нақты электронды құрылғыларды зерттеу үшін қолданылады. Негізгі назар жартылай өткізгіш құрылғылардың физикалық принциптеріне емес, аналогтық және цифрлық схемотехникада қолданылатын функционалды түйіндерді қарастыруға аударылады.

Алайда, оқулықта келтірілген материалдың көлемі, автордың пікірінше, кәсіби әдебиеттерді оқып, аналогтық және цифрлық схемотехника, компьютерлік элементтер мен түйіндер, сигналдарды сандық өңдеу және т.б. сияқты арнайы пәндерді оқып үйренуге жеткілікті.