

## **№3 ЛЕКЦИЯ**

**Тақырып: «Электр жүктемелерінің графиктері»**

**Жоспар:**

**1 Жалпы баптар**

**2 Тұтынушылар жүктемелерінің тәулік графиктері**

**3 Аудандық қосалқы станцияларының тәулік графиктері**

**4 Электрстанциялар жүктемесінің тәулік графиктері**

**5 Жүктемелердің ұзақтық бойынша жылдық графигі**

**6 Жүктеме графиктерінен анықталатын техникалық-экономикалық көрсеткіштері**

# Жалпы баптар

Бөлек тұтынушылардың электр жүктемесі, олай болса энергия жүйесінде электрстанциялардың жұмыс режимін анықтайтын олардың қосынды жүктемесі үзіліссіз өзгереді.

Бұл жағдайды жүктеме графигімен белгілеуді қабылдаған, яғни *уақыт бойынша электрқондырғының қуатын (тогын) өзгерту диаграммасымен.*

Тіркелетін параметрдің түрі бойынша графиктерді айырады:

- активтік қуаттың  $P$ ;
- реактивтік қуаттың  $Q$ ;
- толық (елестейтін) қуаттың  $S$ ;
- электрқондырғы  $I$  тогының.

Әдетте, графиктер уақыттың белгілі кезеңіндегі жүктеменің өзгеруін көрсетеді. Осы нышан бойынша оларды тәулік (24 сағ.), маусым, жыл және т.б. графиктеріне бөледі.

# Жалпы баптар

**Зерттеу орны немесе энергия жүйесінің элементі бойынша** графиктерді келесі топтарға бөлуге болады:

- 1) қосалқы станция шиналарында анықталатын тұтынушылардың жүктеме графиктері;
- 2) жүктеменің тораптық графиктері – аудандық және түйінді қосалқы станциялардың шиналарында;
- 3) энергия жүйесінің нәтижелік жүктемесін сипаттайтын энергия жүйесінің жүктеме графиктері;
- 4) электрстанциялардың жүктеме графиктері.

Жүктеме графиктері электрқондырғылардың жұмысын талдау, электрмен жабдықтау жүйесін жобалау, электрді тұтыну болжамдарын жасау, жабдық жөндеуді жоспарлау және эксплуатация процесінде жұмыстың қалыпты режимін жүргізу үшін қажет.

## Тұтынушылар жүктемелерінің тәулік графиктері

Жүктеменің іс жүзіндегі графигі уақыт аралығында тиісті параметрдің өзгеруін белгілейтін тіркейтін аспаптардың көмегімен алынуы мүмкін. Тұтынушылар жүктемесінің болашақтық графигі жобалау процесінде анықталады. Оны тұрғызу үшін біріншіден электрқабылдағыштардың орнатылған қуаты туралы мәліметтерді білу керек, мұнда орнатылған қуат деп олардың қосынды номиналды қуатын түсінеді. Активтік жүктеме үшін:

$$P_{орн} = \sum P_{ном}.$$

Тұтынушылар қосалқы станциялары шиналарындағы қосылған қуат:

$$P_{пр} = \frac{\sum P_{ном}}{n_{ср,п} n_{ср,с}}$$

мұнда  $n_{ср,п}$  және  $n_{ср,с}$  — тұтынушылар электрқондырғыларының және жергілікті тораптың номиналды жүктемесіндегі орташа ПӘК - тері.

# Тұтынушылар жүктемелірінің тәулік графиктері

Эксплуатация жағдайында әдетте тұтынушылардың іс жүзіндегі жүктемесі қосынды орнатылған қуаттан аз. Бұл жағдай біруақыттық  $k_0$  және жүктелу  $k_3$  коэффициенттерімен ескеріледі. Онда тұтынушының максималды жүктемесі үшін өрнектің түрі болады:

$$P_{max} = \frac{k_0 k_3}{\eta_{ср,п} \eta_{ср,с}} \sum P_{ном} = k_{спр} \sum P_{ном}$$

мұнда  $k_{спр}$  - тұтынушылардың қарастырылатын тобы үшін сұраныс коэффициенті.

Сұраныс коэффициенттері біртекті тұтынушылардың эксплуатация тәжірибесінің негізінде анықталады және анықтамалық әдебиетте келтіріледі.

# Тұтынушылар жүктемелерінің тәулік графиктері

$P_{max}$  басқа графикті тұрғызу үшін әдетте типтік графиктермен анықталатын уақыт бойынша тұтынушы жүктемесінің өзгеру сипатын білу керек.

Жүктеменің типтік графигі жұмыс істеп тұрған ұқсас тұтынушыларды зерттеу нәтижелері бойынша тұрғызылады және суретте көрсетілгендей анықтамалық әдебиетте келтіріледі.

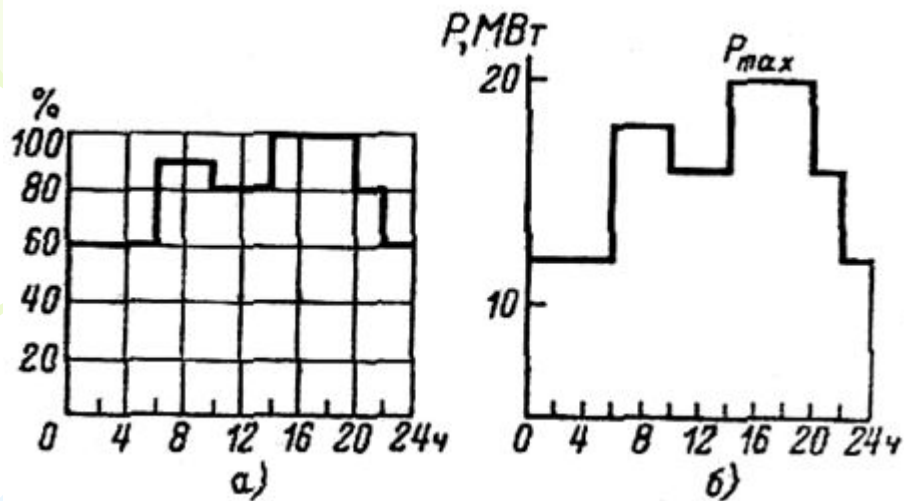
Есептеу ыңғайлы болу үшін график сатылы болып орындалады. Тәулік бойындағы ең үлкен жүктеме 100% қабылданады, ал графиктің басқа сатылары тәуліктің осы уақыты үшін жүктеменің салыстырмалы мәнін көрсетеді.

Белгілі  $P_{max}$  – да типтік графикті графиктің әр сатысы үшін қатынасты пайдаланып, осы тұтынушының жүктеме графигіне көшіруге болады:

$$P_{ст} = \frac{n\%}{100} P_{max}$$

мұнда  $n, \%$  — типтік графиктің тиісті сатысының ординатасы, %.

# Тұтынушылар жүктемелірінің тәулік графиктері



Тұтынушының активтік жүктемесінің тәулік графиктері:  
а - типтік; б – аталған бірліктерде.

б суретінде  $P_{max} = 20$  МВт болғанда типтіктен (а) алынған электрэнергия тұтынушысының графигі көрсетілген.

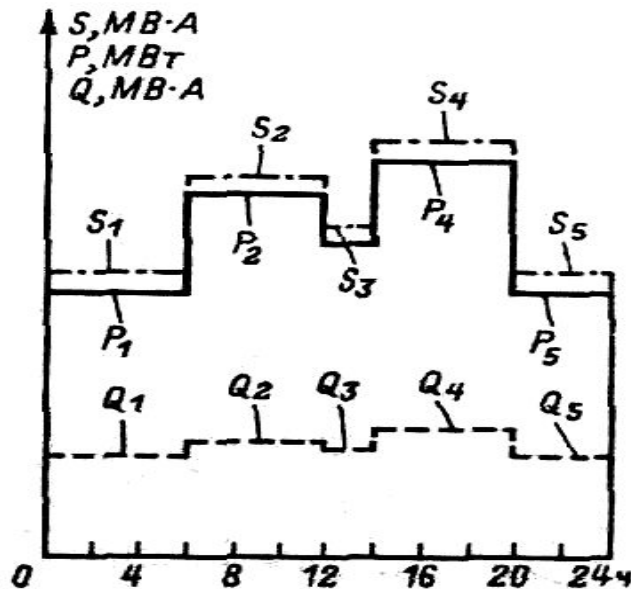
Әдетте әр тұтынушы үшін оның жұмысын жылдың әр уақытында және аптаның әр күндері сипаттайтын бірнеше тәулік графиктері беріледі. Бұл – жұмыс күндері үшін қысқы және жазғы тәуліктердің типтік графиктері, демалыс күнінің графигі және т.б. Негізгі болатын әдетте жұмыс күнінің қысқы тәулік графигі. Оның максималды жүктемесі  $P_{max}$  100% қабылданады, және барлық қалған графиктердің ординаттары осы мәннің пайыздарымен беріледі.

# Тұтынушылар жүктемелірінің тәулік графиктері

Активтік жүктеменің графиктерінен басқа, реактивтік жүктеменің графиктерін пайдаланады. Реактивтік тұтынудың типтік графиктерінің абсолюттік максимумы сатыларының ординаталары бар, %:

$$Q_{max} = P_{max} \operatorname{tg} \varphi_{max}$$

мұнда  $\operatorname{tg} \varphi_{max}$   $\cos \varphi_{max}$ , мәнімен анықталады, бұл осы тұтынушы үшін бастапқы параметр ретінде берілу керек.



**Тұтынушының  
активтік, реактивтік  
және толық қуатының  
тәулік графиктері**



# Тұтынушылар жүктемелірінің тәулік графиктері

Толық қуаттың тәулік графигін активтік және реактивтік жүктемелердің белгілі графиктерін пайдаланып, алуға болады. Графиктің сатылары бойынша қуаттың мәндері (сурет) өрнектермен анықталады

$$\left\{ \begin{array}{l} S_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}; \\ S_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2}; \\ S_n = \sqrt{P_n^2 + Q_n^2}, \end{array} \right.$$

мұнда  $P_n$  және  $Q_n$  – аталған бірліктердегі осы сатының активтік және реактивтік жүктемелері

# Аудандық қосалқы станцияларының тәулік графиктері

Бұл графиктер электрэнергияны таратқанда желілер мен трансформаторлардағы активтік және реактивтік қуаттардың шығындарын ескеріп, анықталады.

Желілердің сымдарында және трансформаторлардың орамдарында ток өткендегі қуаттың шығындары жүктемеден тәуелді айнымалы шамалар болады. Тораптағы қуат шығындарының тұрақты бөлігін негізінде трансформаторлардың бос жүріс шығындары анықтайды.

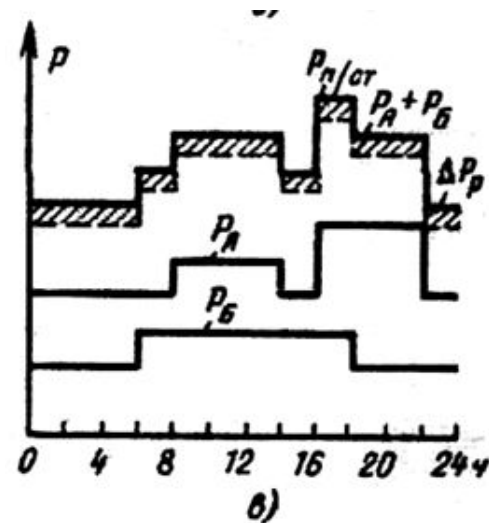
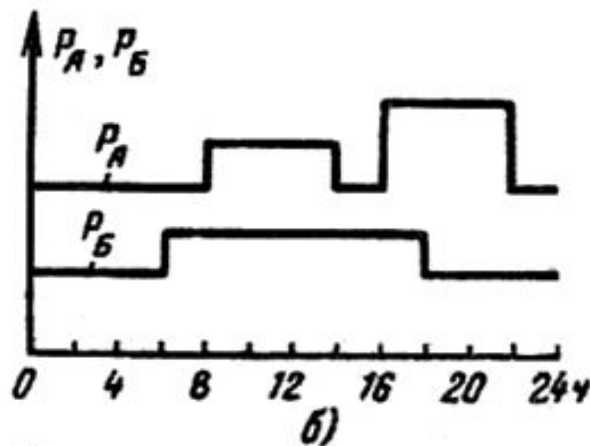
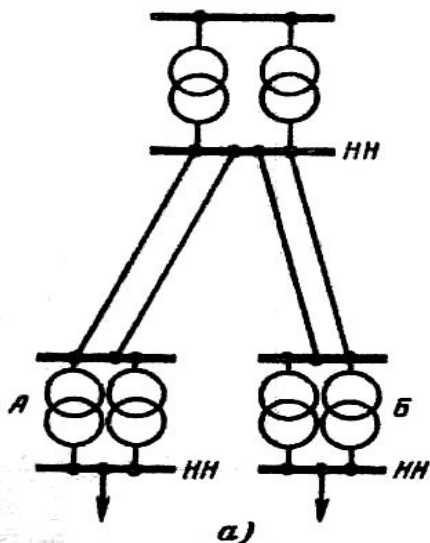
Қосалқы станциясының жүктеме графигінің кез – келген сатысы үшін қосынды шығындар өрнектерден табылуы мүмкін

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta P_{p,n} = \sum \Delta P_{p,i}^{\text{пост}} + \sum \Delta P_{p,i,\text{max}}^{\text{пер}} \left( \frac{S_i}{S_{i,\text{max}}} \right)^2 ; \\ \Delta Q_{p,n} = \sum \Delta Q_{p,i}^{\text{пост}} + \sum \Delta Q_{p,i,\text{max}}^{\text{пер}} \left( \frac{S_i}{S_{i,\text{max}}} \right)^2 , \end{array} \right.$$

мұнда  $S_i$  – жүктеменің қосынды графигінің қарастырылатын  $n$  - ші сатысына сәйкес тораптың  $i$  - ші элементінің жүктемесі;  $S_{i,\text{max}}$  –  $\Delta P_{p,i,\text{max}}^{\text{пер}}$  және  $\Delta Q_{p,i,\text{max}}^{\text{пер}}$  анықталған элементтің (желінің, трансформатордың) жүктемесі.

# Аудандық қосалқы станцияларының тәулік графиктері

Нақты торап үшін активтік жүктеменің графигін тұрғызудың тәсілі суреттерде көрсетілген.



Электр торабының активтік жүктемесінің графигін тұрғызу (аудандық қосалқы станция шиналарында): а – тораптың сұлбасы; б – бөлек тұтынушылардың жүктеме графигі; в – жүктеменің қосынды графигі

# Электрстанциялар жүктемесінің тәулік графиктері

Толығымен энергия жүйесіндегі тұтынушылар жүктеме графиктерін және электр тораптарындағы тарату шығындарын қосып, энергия жүйесінің электрстанциялары жүктемесінің нәтижелік графигін алады.

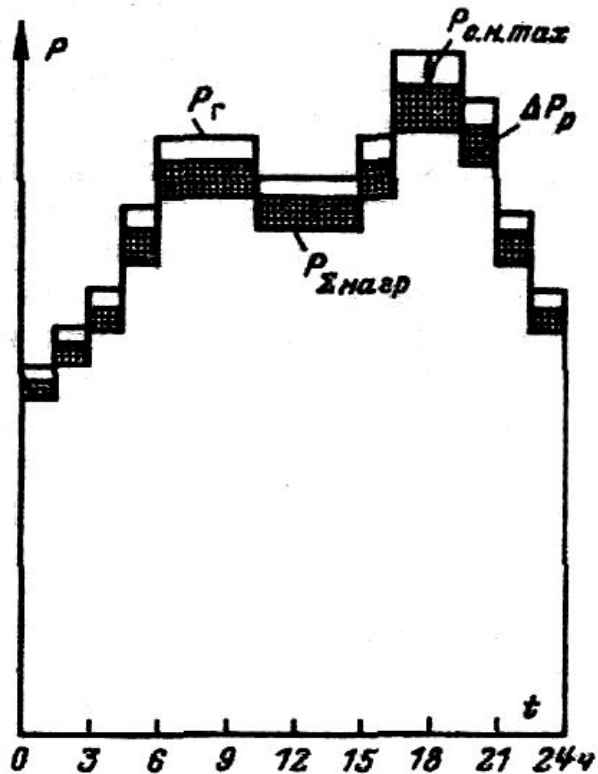
Энергия жүйесі генераторларының жүктеме графигін өзіндік мұқтажға кететін электрэнергияның қосымша шығынын ескеріп, шиналардан жіберілетін қуаттың графигінен алады (сурет). Электрстанциялар жүктемесінің едәуір тербелістерінде өзіндік мұқтаж тұтынушының айнымалы сипатын ескеру керек

$$P_{с,н} = \left( 0,4 + 0,6 \frac{P_i}{P_{уст}} \right) P_{с,н,мах}$$

мұнда  $P_i$  - станция шиналарынан берілетін қуат;  $P_{уст}$  - генераторлардың орнатылған қуаты;  $P_{с,н,мах}$  - өзіндік мұқтажға кететін максималды шығын; 0,4 және 0,6 коэффициенттері өзіндік мұқтажға кететін шығынның  $P_{с,н,мах}$  тұрақты және айнымалы бөлігінің тиісті үлесін жуықтап сипаттайды.

# Электрстанциялар жүктемесінің тәулік графиктері

Жалпы энергия жүйесінде жұмыстың максималды тиімділігін қамтамасыз ету үшін бөлек электрстанциялар арасында жүктеме таратылады. Осы ойларды ескеріп, энергия жүйесінің диспетчерлік қызметі электрстанцияларға жүктеменің тәулік графиктерін тапсырады.

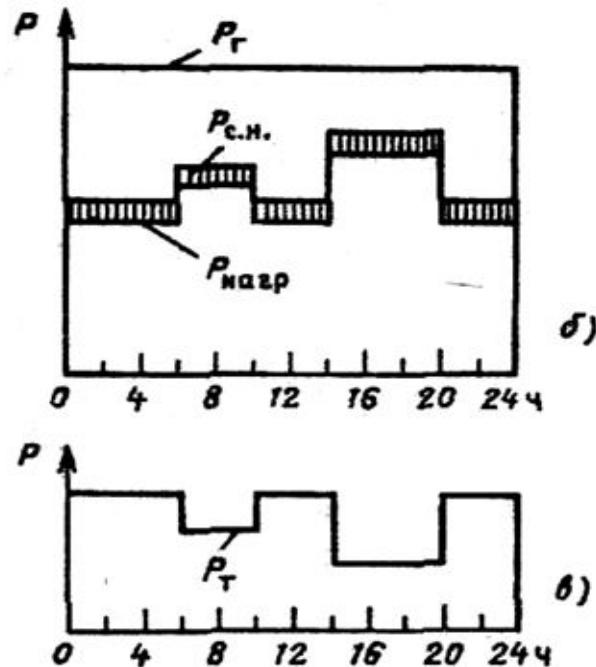
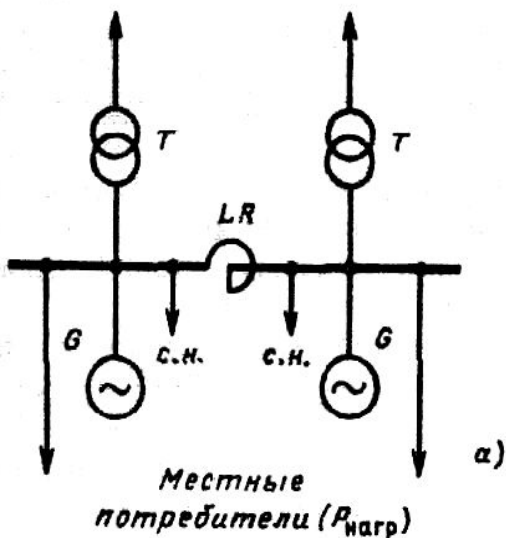


Энергия жүйесінің  
активтік  
жүктемесінің  
графиктері

# Электрстанциялар жүктемесінің тәулік графиктері

ЭС электр бөлігін жобалағанда энергия жүйесімен байланысатын трансформаторлар және автотрансформаторлар жүктемесінің графигін білу керек. Энергия жүйесімен байланысатын ЖЭО трансформаторлары үшін осындай графикті тұрғызу тәсілі суретте көрсетілген.

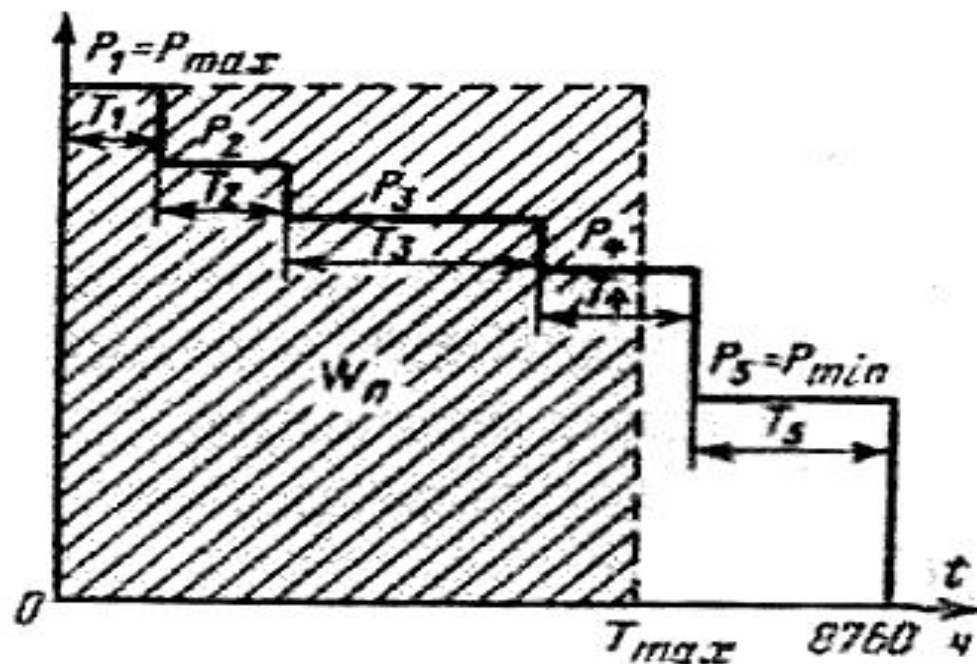
Генераторлар жүктемесінің графигінен  $P_T$  жергілікті жүктеменің графигін және өзіндік мұқтажға кететін электрэнергия шығынын алып тастап  $P_{с.н.}$ , қажет графикті  $P_T$  алады.



Энергия жүйесінде жұмыс істейтін ЖЭО үшін активтік жүктеменің графиктері:  
а — түсіндіретін сұлба; б — генераторлық кернеудегі қуатты өндіру және тұтыну графиктері;  
в — байланыс трансформаторларының жүктеме графигі

# Жүктемелердің ұзақтық бойынша жылдық графигі

Бұл график жыл бойында жүктемесі әртүрлі қондырғы жұмысының ұзақтығын көрсетеді. Ординаттар осімен жүктемелерді тиісті масштабмен салады, абсциссалар осімен — 0 ден 8760 дейінгі жыл сағаттарын салады. Графиктегі жүктемелерді  $P_{\max}$  - нен  $P_{\min}$  дейін азаю ретімен орналастырады.



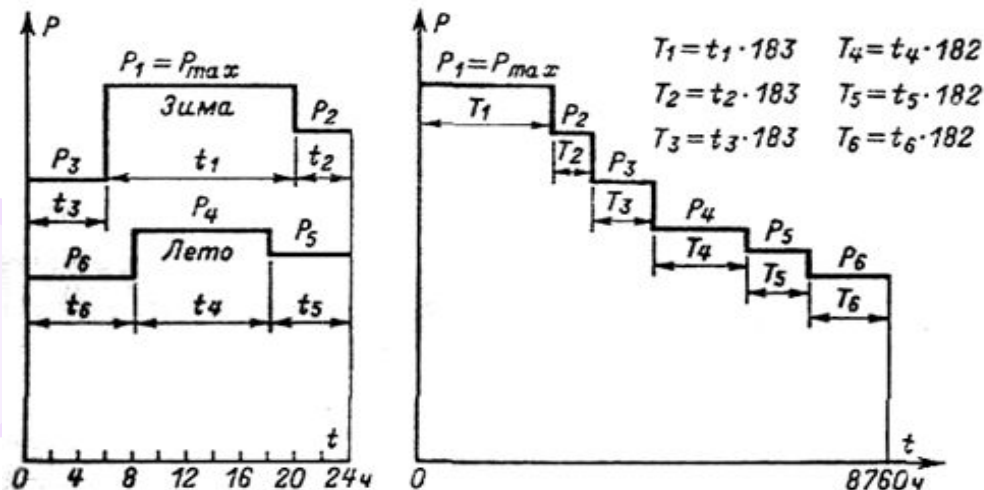
Жүктемелер ұзақтығының жылдық графигі

# Жүктемелердің ұзақтық бойынша жылдық графигі

Жүктемелер ұзақтығының жылдық графигін тұрғызу белгілі тәулік графиктерінің негізінде жасалынады. Суретте жүктеменің екі тәулік графиктерінің — қысқы (183 күн) және жазғы (182 күн) барында графигті тұрғызу тәсілі көрсетілген.

Электрэнергияның ең көп тараған тұтынушылары үшін анықтамалықтарда ұзақтық бойынша активтік және реактивтік жүктемелердің типтік графиктері келтіріледі.

Жүктемелердің ұзақтық графигін қондырғының техникалық — экономикалық көрсеткіштерін, электрэнергия шығындарын есептегенде, жыл бойында жабдық пайдалануын бағалағанда қолданады және т.б.



**Жүктемелер ұзақтығының жылдық графигін тұрғызудың тәсілі**



# Жүктеме графиктерінен анықталатын техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Активтік жүктеме графигінің қисығымен шектелген аудан қарастырылған кездегі электрқондырғы өндірген немесе тұтынған энергияның санына тең:

$$W_{\Pi} = \sum P_i T_i,$$

мұнда  $P_i$  – графиктің  $i$  – ші сатысының қуаты;  $T_i$  – сатының ұзақтығы.

Қарастырылатын кездегі қондырғының орташа жүктемесі (тәулік, жыл) тең:

$$P_{\text{ср}} = \frac{W_{\Pi}}{T},$$

мұнда  $T$  – қарастырылатын уақыттың ұзақтығы;  $W_{\Pi}$  - қарастырылатын уақыттағы электрэнергия

# Жүктеме графиктерінен анықталатын техникалық- экономикалық көрсеткіштері

Қондырғының жұмыс графигінің бір қалыпты емес дәрежесін толықтыру коэффициентімен бағалайды

$$k_{зп} = \frac{W_{п}}{P_{max} T} = \frac{P_{ср}}{P_{max}}$$

Қарастырылған уақыттағы (тәулік, жыл) электрэнергияның өндірілген (тұтынылған) саны, сол уақытта, егер қондырғының жүктемесі барлық уақытта максималды болса, өндірілетін (тұтынылатын) энергияның санынан қанша есе аз болғанын жүктеме графигінің толықтыру коэффициенті көрсетеді. Неғұрлым график бірқалыпты болған сайын, соншама  $K_{зп}$  мәні бірге жақын болады.

## Жүктеме графиктерінен анықталатын техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Қондырғы жүктемесінің графигін сипаттау үшін максималды жүктемені пайдаланудың шартты ұзақтығын қолдануға болады.

$$T_{max} = \frac{W_{п}}{P_{max}} = \frac{P_{ср} T}{P_{max}} = k_{зп} T.$$

Бұл шама қарастырылатын уақытта  $T$  (әдетте жыл) неше сағат қондырғы уақыттың осы кезеңінде электрэнергияның  $W_{п}$  іс жүзіндегі санын өндіру (тұтыну) үшін өзгеріссіз максималды жүктемемен жұмыс істеу керек екенін көрсетеді.

Іс жүзінде орнатылған қуаттың пайдалану коэффициентін де қолданады

$$k_{и} = \frac{W_{п}}{T P_{уст}} = \frac{P_{ср}}{P_{уст}},$$

немесе орнатылған қуаттың пайдалану ұзақтығы

$$T_{уст} = \frac{W_{п}}{P_{уст}} = k_{и} T.$$

$k_{и}$  анықтағанда  $P_{уст}$  деп резервтіктерді қосқандағы барлық агрегаттардың қосынды орнатылған қуатын түсіну керек.

$k_{и}$  пайдалану коэффициенті агрегаттардың орнатылған қуатын пайдалану дәрежесін сипаттайды.  $k_{и} < 1$ , ал  $T_{уст} < T$  екені айқын.  $P_{уст} \geq P_{max}$  қатынасын ескеріп,  $k_{и} \leq k_{зп}$  болады.

A decorative background featuring a green balloon at the top left, a blue balloon in the middle left, and a purple balloon at the bottom left. Yellow streamers and triangular shapes are scattered around the balloons.

## Бақылау сұрақтары:

- 1 Электр жүктемесінің графигі деген не?
- 2 Жүктеме графиктерінің қандай көрсеткіштерін білесіз?
- 3 Электр жүктемелерінің графиктері қайда пайдаланылады?
- 4 Электр жүктемелері графиктерінің негізгі түрлері.