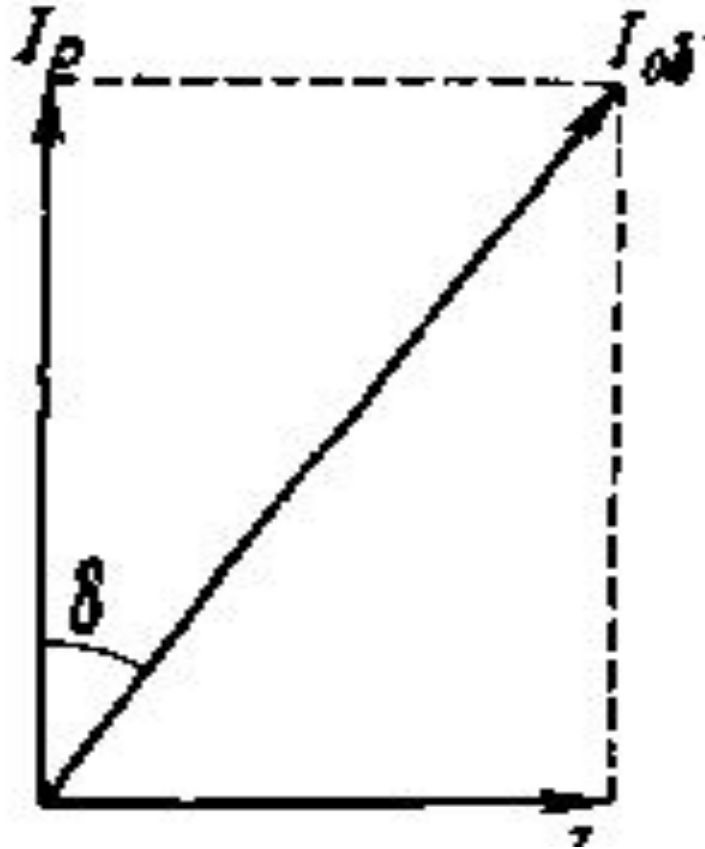


# Диэлектриктегі физикалық процесс. Диэлектрлік шығындар.

- Дәріс мазмұны: диэлектрлік шығындар сипаттамасы.
- Дәріс мақсаты: диэлектрлік шығындар құбылысын зерттеу.
- 4.1 Диэлектрлік шығындар табиғаты
- Диэлектриктің шығындар деп диэлектриктің қызуын тудыратын электрлік өрістің әсерінен диэлектрикте уақыт бірлігінде таралатын энергияны айтады.
- Диэлектрикте шығындар айнымалы ток та да, тұрақты ток та да байқалады. Өйткені материалда өткізгіштікпен негізделген тура ток пайда болады. Тура өткізгіштік тогын актив ток деп атайды. Ол диэлектриктің қызуын тудырып, диэлектрлік шығындарды анықтайды. Тұрақты кернеу кезінде, периодты поляризация болмағанда, диэлектрик материалдың сапасы  $\rho_v$  және  $\rho_s$  кедергілерімен сипатталады. Айнымалы кернеу кезінде, тура электрөткізгіштіктен басқа, диэлектрикте энергия жоғалтуына әкеліп соғатын себептер пайда болады.

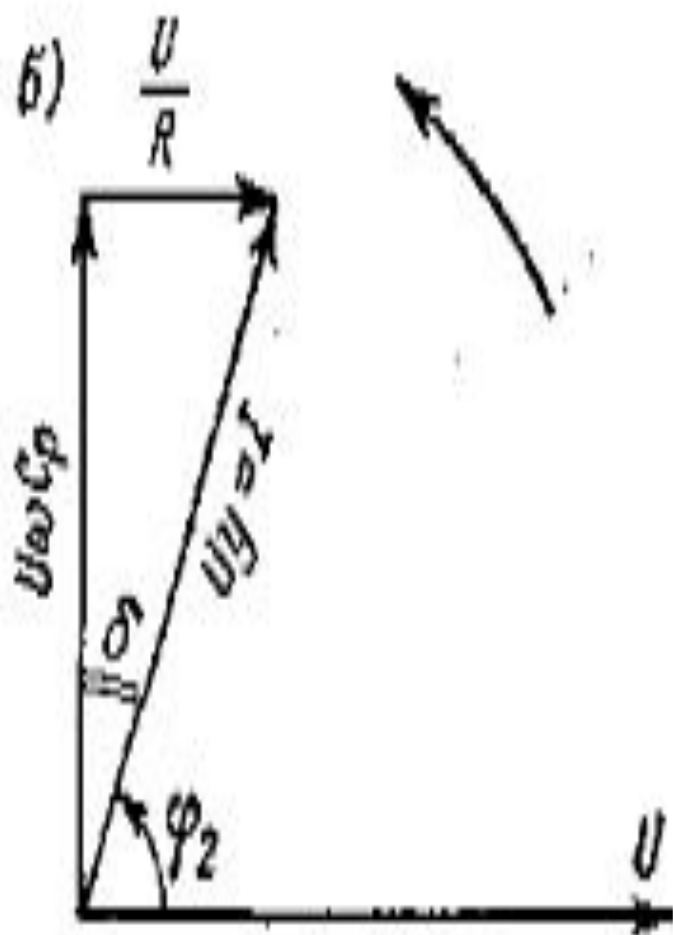
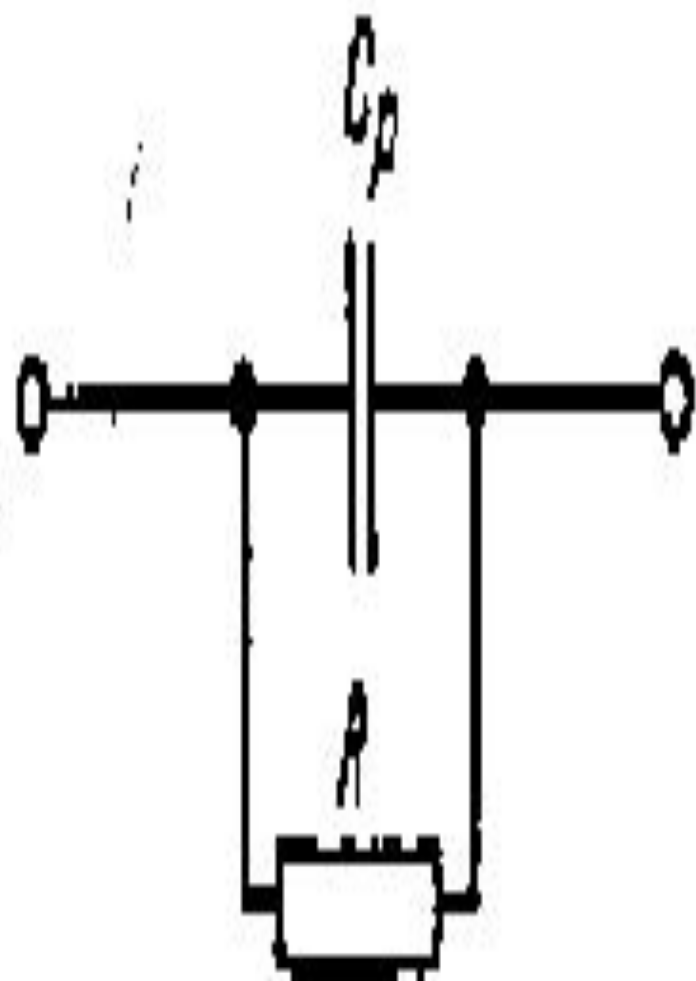
- Диэлектриктегі шығындар шамасын тарататын қуаттың көлем бірлігіне қатынасымен, яғни меншікті шығынмен сипатталады. Энергияны тарататын қасиетін анықтайтын диэлектрикті сипаттау үшін көбінесе диэлектрлік шығындар бұрышымен  $\delta$  және диэлектрлік шығын бұрышының тангенсімен  $\operatorname{tg}\delta$  қолданады.
- Диэлектрлік шығындар бұрышы  $\delta$  деп актив – сыйымдылықты тізбекте ток пен кернеу арасындағы фазалар ығысуын  $\phi$   $90^\circ$ -қа толықтыратын бұрышты айтады.

- Идеал диэлектрик болған жағдайда диэлектрик арқылы тек ығысу тогы жүреді. Өткізгіштік ток 0-ге тең. Бұл жағдайда  $\angle \phi = 90^\circ$  и  $\angle \delta = 0^\circ$ . Диэлектрик энергияны неғұрлым көп таратса,  $\phi$  бұрышы соғұрлым аз және  $\delta$  бұрышы соғұрлым көп. Оқшауламада үлкен диэлектрлік шығынды қатты жылыту тудырады, және де жылулық жойылуға әкеліп соға алады. Диэлектрлік шығындардың табиғаты әртүрлі және заттың агрегаттық күйіне байланысты: газ, сұйық, қатты.



- Диэлектрлік шығын бұрышын анықтау үшін

- Энергия шығындарын зерттеуде айнымалы кернеуі бар тізбектегі осы диэлектрикпен конденсатордың өзгерісімен байланыстыруға болады. Конденсатор мен шығындары бар диэлектрикке эквивалент сұлба – осы сұлбада ұсталатын актив қуат, конденсатор диэлектригінде таратылатын қуатқа тең болу керек. Ток кернеуді қарастырылып жатқан конденсаторда сияқты бұрышқа озу керек.
- Бұл қиындық шығыны бар конденсатордың идеал конденсаторға тізбектей қосылған актив кедергімен немесе идеал конденсаторға шунтталған активті кедергімен алмастыруға болады. Бұндай сұлбалар тек қана шартты түрде енгізілген. 3.2 суретінде токтар диаграммасы параллель сұлбаға сай.



3.2 сурет – Диэлектриктегі токтарды? векторлы? диаграммасы  
( $C_p$  мен  $R$  кедергісіні? параллель? осылуы)

- Диэлектриктегі қосынды ток:

- 

- $$I = I_c + I_a,$$

- 

- мұндағы  $I_c$  - сыйымдылықты құраушы;

- $I_a$  - актив құраушы.

- 

- Токтардың векторлық диаграммасы бойынша айнымалы кернеу кезінде диэлектрлік шығындар формуласы:

- 

- $$P = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta,$$

- 

- мұндағы  $P$  – диэлектрлік шығындар, Вт;

- $U$  – кернеу, В;

- $\omega$  – бұрыштық жиілік,  $\text{с}^{-1}$ ;

- $C$  – сыйымдылық, Ф;

- Анықтамаға сай,  $\operatorname{tg} \delta$  актив токтың реактив токқа қатынасына тең. Токтарды кернеудің кедергіге қатынасымен алмастыра отырып, келесі формуланы аламыз:

- 

- 

$$\operatorname{tg} \delta = 1/\omega C_p R.$$



- **Диэлектрлік шығындардың түрлері**
- 
- Диэлектрлік шығындарды ерекшеліктері және физикалық табиғаты бойынша төрт негізгі топқа бөлуге болады:
- а) поляризациямен негізделген диэлектрлік шығындар;
- б) тура электрөткізгіштіктің диэлектрлік шығыны;
- в) құрылымның әртектігімен негізделген диэлектрлік шығындар;
- г) иондалған диэлектрлік шығындар.

- Поляризациямен негізделген диэлектрлік шығындар релаксациялық поляризацияға ие заттарда; дипольдық құрылымды диэлектриктерде және тығыз емес қапталған ионды құрылымды диэлектриктерде нақты байқалады.
- Релаксациялық диэлектрлік шығындар электр өрісінің әсерінен бөлшектердің жылулық қозғалысының бұзылуымен тудырылады. Олар берілген кернеудің үлкеюімен көбейеді. Әсіресе радио жиіліктер мен өте жоғары жиіліктерде. Релаксациялық диэлектрлік шығын бұрышының тангенсінің температуралық тәуелділігінің максимумы берілген затқа тән кейбір температурада байқалады.

- Сегнетоэлектриктердегі диэлектрлік шығындар өзіндік поляризациямен байланысқан. Сондықтан сегнетоэлектриктердегі шығындар Кюри нүктесінен төмен температураларда байқалады. Бұл шығындар жиілікпен өседі. Кюри нүктесінен жоғары температурада шығындар азаяды.
- Поляризацияны баяулаған түрлерімен негізделген диэлектрлік шығындарға жарықтық жиіліктерде пайда болатын резонансты шығындар да жатады. Шығындардың бұл түрі кейбір газдарда белгілі бір жиілікте ғана және өріс энергиясын жұтуда ғана байқалады. Егер электр өрісімен тудырылған мәжбүр тербелістердің жиілігі қатты заттың бөлшектерінің өздік тербелісінің жиілігімен сәйкес болса резонансты шығындар қатты заттарда да бола алады. Диэлектрлік шығын бұрышының тангенсінің жиіліктік тәуелділігінде максимумның болуы резонанстық шығындарға да тән. Бірақ, бұл жағдайда температура максимум жағдайына әсер етпейді.
- Байқалатын электрөткізгіштікке ие диэлектриктерде тура электрөткізгіштікпен негізделген диэлектрлік шығындар байқалады.

- **tg δ өлшеу әдістер**
- tg δ анықтау үшін көпірлік әдіс қолданылады. Өлшеулер 4.2 суретіне сай айнымалы токта жүргізіледі. tg δ шамасы келесі формуламен

$$\operatorname{tg} \delta = 2\pi f \cdot c_4 \cdot 10^{-6} \cdot R_4. \quad (3.15)$$

$R_4 = 10000/\pi$  және  $f = 50$  Гц шамалары кезінде

$$\operatorname{tg} \delta = [c_4.]$$